ZEITSCHRIFT

FÜR

KRYSTALLOGRAPHIE

UND

MINERALOGIE

UNTER MITWIRKUNG

ZAHLREICHER FACHGENOSSEN DES IN- UND AUSLANDES

HERAUSGEGEBEN

VON

P. GROTH.

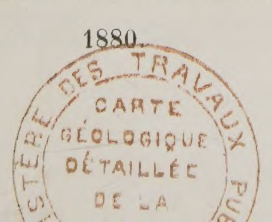
VIERTER BAND.

MIT 1 BUNTDRUCK-, 12 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN UND 190 HOLZSCHNITTEN.

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1880.



Inhaltsverzeichniss des vierten Bandes.

Heft I. (Geschlossen am 26. Juli 1879.)

Heft II. (Geschlossen am 15. September 1879.)

Heft III. (Geschlossen am 1. December 1879.)

I. Ueber Phosphorkupfererze.

Von

A. Schrauf in Wien.

(Hierzu Tafel I.)

Den Gegenstand der vorliegenden Untersuchung bilden Beobachtungen an den Mineralien Lunnit, Libethenit, Thrombolith und Veszelyit.

Nachgewiesen ward, dass im Thrombolith das Kupferoxyd nicht an Phosphorsäure, wie bisher geglaubt, sondern an Antimontrioxyd gebunden ist. Für die von mir aufgestellte Species Veszelyit, sowie für Lunnit wurden auf Grund neuer morphologischer und chemischer Untersuchungen genaue Charakteristiken gegeben. In Beziehung auf Libethenit wurde der Frage, ob die Annahme vicinaler Flächen oder eines monoklinen Parametersystem dem morphologischen Baue entspricht, erhöhte Aufmerksamkeit gewidmet.

Die Lunnitgruppe.

Hermann hat 1846, im Verlaufe seiner Untersuchungen über die chemische Constitution der Phosphorkupfererze erkannt, dass die Varietäten — Dihydrit, Phosphorochalcit — eine verschiedene Zusammensetzung haben*). Diesem Gedanken hat Rammelsberg in seiner Mineralchemie**) präcisen Ausdruck gegeben und nach seinem Vorgange unterscheiden viele Autoren die drei Haupttypen:

	Dihydrit	Ehlit	Phosphorochalcit
	$Cu_5 P_2 H_4 O_{12}$	$Cu_5 P_2 H_6 O_{13}$	$Cu_6 P_2 H_6 O_{14}$
$CuO =$	69,0435	66,9477	70,8507
$P_2O_5 =$	24,6956	23,9460	21,1184
$H_2O =$	6,2609	9,1063	8,0309

*) J. f. pr. Ch. 1846, **37**, 175.

**) 1. Aufl. pag. 343.

Die bisherigen Analysen deuten wohl an, dass diese drei Fälle die Grenzen bilden, innerhalb welcher sich die gefundenen Werthe einschliessen lassen — doch ist es schwer, aus eben denselben Analysen zu erkennen, welche Varietät an einem Fundorte ausschliesslich herrscht. Ueberdiess sind in manchen Analysen Phosphorsäure oder Wasser nicht direct, sondern aus dem Gesammtverlust ermittelt, wodurch die eventuellen Fehler nur einem Bestandtheile zur Last geschrieben werden. Eine Gegenüberstellung der verschiedenen Analysen zeigt am besten die Variationen der Substanz.

Rheinbreitbach:

	Arfvedson	Hermann	Kühn
CuO	68,20	67,25	68,74
P_2O_5	24,70	(24,55)	21,52
H_2O	5,97	8,20	8,64

Ehl bei Linz:

	Bergemann	Bergemann	Nordenskiöld
CuO	65,99	69,97	66,55
Fe_2O_3			2,11
P_2O_5	24,93	19,89	22,51
As_2O_5		1,78	
H_2O	9,06	8,21	9,03

Libethen:

	Kühn	Rhodius	Church
CuO	69,61	70,8	71,16
P_2O_5	24,13	24,4	19,63
H_2O	(6,26)	8,4	8,82

Nischne-Tagilsk:

		Hermann	
CuO	68,21	68,75	67,73
P_2O_5	(25,30)	(23,75)	(23,47)
H_2O	6,48	7,50	8,80

Differenzen zeigen aber auch die bisher bekanntgemachten morphologischen Untersuchungen von Haidinger und von Levy. Letztere, obgleich richtig, werden in der neueren Literatur, mit Ausnahme von Dufrenoy, ignorirt, während beharrlich an den unrichtigen Zahlenwerthen Haidinger's festgehalten wird.

Mit Rücksicht auf alle diese schwankenden Angaben empfiehlt es sich: vorerst, nach dem Beispiele von Dana, jene Mineralien, welche gleichen Gruppencharakter haben (d. i. monosymmetrischen Habitus, $\infty P = 140^0$, $D = 4{,}2$, $CuO = 67$—71%, $H_2O = 6$—9%), auch in eine Gruppe zu vereinigen. Als Gruppenname wurde hier der Name »Lunnit« gewählt.

Die Gründe für diese Bezeichnung sind folgende: Die sonst üblichen Namen Dihydrit, Ehlit, Phosphorochalcit bedeuten in der mineralogisch-chemischen Literatur ganz bestimmte chemische Verbindungen; der von Dana gewählte Gruppenname Pseudomalachit bezeichnet aber so prägnant die Structurverhältnisse der amorphen Varietäten, dass letzteren dieser Name verbleiben muss. Zur Bezeichnung der Gruppe ist daher nur der Name Lunnit verwendbar.

Flächen und Winkel. Von Lunnit sind amorphe, krystallinische und krystallisirte Varietäten bekannt. Concentrisch, faserig, halbkugel- bis nierenförmig sind sowohl die amorphen Pseudomalachite, als auch die krystallinischen Varietäten; bei ersteren überwiegt aber die concentrisch schalige Structur, bei letzteren der Aufbau aus radial langfaserig bis stänglichen Aggregaten. Die Enden dieser einzelnen Strahlen sind namentlich an den Vorkommnissen von Rheinbreitbach deutlich auskrystallisirt. Krystalle dieser Bildungsart werden im Nachfolgenden mit den Worten aggregirte Krystalle bezeichnet, um sie durch eine kurze Phrase von den besser ausgebildeten einzeln verstreuten »isolirten« Krystallen unterscheiden zu können. Der Habitus dieser zwei Varietäten ist nämlich etwas verschieden und lässt es daher zu, beide getrennt zu beschreiben.

Mir lagen zur Untersuchung Exemplare von Rheinbreitbach, Ehl, Libethen, Nischne-Tagilsk und Kreuzberg (in Böhmen) vor. Die Formen der krystallisirten Varietäten von Nischne-Tagilsk *) und Ullersreuth sind mir aber nur durch die Beschreibungen Hermann's**) und Breithaupt's***) bekannt. Doch stimmen auch diese so genügend mit der für Lunnit ermittelten Gestalt, dass man sagen kann: alle Beobachtungen lassen sich auf eine Grundform beziehen.

Lunnit zeigt eine scheinbare Monosymmetrie seiner Formen. Die geometrische Gleichheit der rechten und linken Hälften lässt sich aber nicht beweisen. Das Parametersystem ist daher:

triklin. $\alpha = 89^0\,29{,}'5$ $\beta = 91^0\,0{,}'5$ $\gamma = 90^0\,39{,}'5$

$a : b : c = 2{,}8252 : 1 : 1{,}53395$

			a (100)	b (010)	c (001)
a	100	$\infty\breve{P}\infty$		89⁰ 20′	89⁰ 0′
b	010	$\infty\bar{P}\infty$	— 90⁰ 40′		90 30
c	001	oP	— 91 0	— 89 30	
m	110	$\infty P'$	69 55	19 25	90 8

*) U. M. 574 zeigt auf smaragdgrünem Pseudomalachit eine Kruste winziger, undeutlicher Krystalle, die matt und schuppig sind. Nur ∞P konnte ich erkennen.

**) J. f. pr. Ch. 37.

***) Berg- und hüttenm. Zeit. 1865, 24, 309.

			a(100)	b(010)	c(001)
n	540	$\infty\breve{P}'\frac{5}{4}$	65° 34,5	23° 45,5	90° 3′
l	430	$\infty\breve{P}'\frac{4}{3}$	64 11,5	25 8,5	90 1
M	$1\bar{1}0$	$\infty'P$	71 6	— 19 34	89 11,5
N	$5\bar{4}0$	$\infty'\breve{P}\frac{5}{4}$	66 41,5	— 23 58,5	89 8
L	$4\bar{3}0$	$\infty'\breve{P}\frac{4}{3}$	65 17	— 25 23	89 7
W	$\bar{5}01$	$5,\breve{P},\infty$	— 20 19,5		70 40,5
z	302	$\frac{3}{2}'\breve{P}'\infty$	50 13,5	89 56	38 46,5
ζ	$\bar{3}02$	$\frac{3}{2},\breve{P},\infty$	— 51 26	90 49	39 34
t	101	$'\breve{P}'\infty$	60 43	90 7	28 17
τ	$\bar{1}01$	$,\breve{P},\infty$	— 62 15,5	90 45	28 44,5
q	102	$\frac{1}{2}'\breve{P}'\infty$	73 52		15 8
$\varkappa$	$0\bar{4}5$	$\frac{4}{5}'\bar{P},\infty$	89 53	— 38 58	50 32
ω	$\bar{3}\bar{1}2$	$\frac{3}{2}\breve{P},3$	— 57 29	— 58 26,5	48 36,5
Ω	$\bar{3}12$	$\frac{3}{2},\breve{P}3$	— 57 51,5	59 38,5	48 40
γ	$\bar{5}\bar{4}5$	$\breve{P},\frac{5}{4}$	— 71 14	— 42 16	53 24
Γ	$\bar{5}45$	$,\breve{P}\frac{5}{4}$	— 72 0	42 59	53 44,5
X	$\bar{4}34$	$,\breve{P}\frac{4}{3}$	— 71 10,5	44 51	52 14,5
χ	$\bar{4}\bar{3}4$	$\breve{P},\frac{4}{3}$	— 70 36	— 44 6,5	51 57,5
H	$4\bar{3}4$	$'\breve{P}\frac{4}{3}$	70 19	— 44 49	51 10
h	434	$\breve{P}'\frac{4}{3}$	69 17	44 57	51 57
D	$4\bar{4}5$	$\frac{4}{5}'P$	74 36	— 41 42	51 53
d	445	$\frac{4}{5}P'$	73 11	41 53	52 39,5
f	334	$\frac{3}{4}P'$	73 54,5	43 28	50 50,5

Der Zonenverband dieser Flächen*) ist beschränkt, und für die Bestimmung der Indices nur die Zone (110) (312) (101) von Wichtigkeit; vergl. Projection Fig. 1. Die Ausbildung der Flächen ist leider selten gut; und daher befinden sich unter den zahlreichen Messungen — fast 1000 — nur relativ wenige, welche auf scharfe Signalreflexe basiren. Namentlich sind die so überaus wichtigen Prismenflächen fast immer schuppig und gekrümmt. Letzteres sind auch die meisten Pyramidenflächen, trotzdem sie glatt und glänzend erscheinen.

Die grösseren Krystalle von Rheinbreitbach (z. B. Nr. 23) zeigen einen polysynthetischen Bau. In einem solchen Falle ist der ganze Krystall aus parallel *a*(100) gelagerten Lamellen zusammengesetzt. Ob Polydymie existirt, das heisst, ob der unregelmässige Bau der Flächen ∞P, oP durch interponirte Zwillingssegmente hervorgerufen wird, — lässt sich nicht entscheiden, da die Partialreflexe allzu undeutlich und für die Rechnung unbrauchbar sind. Nur in der Zone *ac* treten einige Flächen in deutlich erkennbarer Zwillingsstellung auf, deren Dasein sich aber auch durch ab-

*) In obige Tabelle sind die beobachteten Flächen: 304; 332; 433, nicht aufgenommen worden, weil weder Lage ±, noch Indices, sich vollkommen sicher ermitteln liessen.

norme Krümmung oder einspringende Winkel verräth. Im Allgemeinen wurden Zwillingsstellungen nach den folgenden drei Gesetzen 1) Zwillingsfläche $a(100)$ — 2) Zwillingsfläche $b(010)$ — 3) Drehungsaxe die Axe Y, beobachtet. Es sind dies die bekanntesten Gesetze trikliner Mineralien.

Isolirte Krystalle. Die Form solcher Individuen ist durch die Figuren 2, 3, 4 dargestellt. Die besten Messungen lieferten Einzelkrystalle des Fundortes Ehl (Ehl 1...9). Sie stammen von einem charakteristischen Handstücke dieses Fundortes und sassen in Vertiefungen, bedeckt und versteckt durch eine jüngere Chalcedonschichte. Diese Chalcedonrinde lässt sich aber behutsam absprengen, und die darunter liegenden Krystallflächen sind glatt und glänzend. Krystalle mit ähnlichen Formen lieferten auch diverse Handstücke von Rheinbreitbach, besonders nett das Stück 4437 unserer U. M. Hier sitzen die Krystalle theils einzeln, theils eine flache Kruste bildend auf älterem Chalcedon in einem Drusenraum des charakteristischen, mit Brauneisen tingirten Quarzit (Rheinbreitbach 31—34). Um durch die Aufzählung überflüssiger Daten nicht zu ermüden, sind bei den nachfolgenden Beispielen alle Schimmermessungen ausgelassen worden.

Ehl 1. $N'(\bar{5}40)$, $\Omega(\bar{3}12)$, $\omega(\bar{3}\bar{1}2)$:

	beob.	gerechn.
$\Omega N' =$	47° 20′	47° 5′
$\Omega\omega =$	61 55	61 55

Ehl 3. $M(1\bar{1}0)$, $m(110)$, $f(334)$, $\omega'(31\bar{2})$, $\Omega'(3\bar{1}\bar{2})$, $b(010)$:

	beob.	gerechn.
$b\omega' =$	58° 35′	58° 26′
$b\Omega' =$	— 59 48	— 59 38
$M\omega' =$	108 48	108 21

Ehl 9. $m(110)$, $a(100)$, $W(50\bar{1})$, $d(445)$, $D(4\bar{4}5)$, $\bar{\omega}_y$ circa parallel $3\bar{1}\bar{2}$ [d. i. Ω']; $\bar{m}_y$ circa parallel $(1\bar{1}0)$ [d. i. M]. Die Figur 2 entspricht dem Habitus dieses Krystalls, nur ist an Ehl 9 die linke Seite nicht in normaler sondern in Zwillingsstellung nach y. Es treten an Stelle M und Ω die Flächen $\bar{m}_y$ $\bar{\omega}_y$. Letztere Buchstaben sind in Figur 2 angedeutet.

	beob.	gerechn.		beob.	gerechn.
$am =$	69° 48′	69° 55′	$a\bar{m}_y =$	69° 55′	69° 55′
$a\bar{\omega}_y =$	57 29	57 29	$\bar{m}_y\bar{\omega}_y =$	47 55	47 55
$m\bar{\omega}_y =$	106 59	106 47	$aW =$	20 21	20 19
$aD =$	74 56	74 36	$ad =$	75 circa	73 31
$Dd =$	96 45	96 25	$D\bar{\omega}_y =$	83 57	83 34
$dm =$	37 10	37 28	$D\bar{m}_y =$	38 40	38 17
$\measuredangle\, \bar{\omega} a m =$	127 8	126 49	$\measuredangle\, \bar{\omega} a D =$	92 25	92 9
$\measuredangle\, \bar{\omega} a \bar{m} =$	52 11	52 11	$\measuredangle\, \bar{m} a m =$	179 19	179 0.

Der letzte aus den Beobachtungen gerechnete Zonenwinkel (179° 19′) ist entscheidend gegen die Annahme eines monosymmetrischen Systems,

welches für denselben $\overline{m}am$ den Werth 180° verlangt. Ferner ist die Existenz des Doma $w(50\bar{1})$, welches in der Zone $d\bar{\omega}_y$ beobachtet ward, und jedenfalls diesem Zonenverband sein Dasein verdankt, ein Beweis für die Zwillingsstellung der Pyramide. Letztere, $\bar{\omega}_y$, liegt wohl nahe parallel der Fläche $3\bar{1}\bar{2}$, hat jedoch auf das normale Individuum bezogen die Indices $[303 : \bar{9}\bar{8} : \bar{2}\bar{0}\bar{0}]$. Dem Zonenverband von $(3\bar{1}\bar{2})(445)$ würde ein Doma $(16.3.0)$ entsprechen — hingegen der Zone $(303 : \bar{9}\bar{8} : \bar{2}\bar{0}\bar{0})(445) = \bar{\omega}_y d$ das Doma $(51 : 0 : \bar{1}\bar{0})$. Statt des letzteren wurde wirklich $50\bar{1}$ beobachtet. So liefert dieses Doma gleichzeitig einen Beweis für Zwillingsstellung und für die richtige Wahl der Indices von d und ω selbst.

Ehl 2. Ein sehr kleiner vollflächiger Krystall: $a(100)$, $b'(0\bar{1}0)$, $c(001)$, $m(110)$, $n(540)$, $M(1\bar{1}0)$, $\tau(\bar{1}01)$, $\omega(\bar{3}\bar{1}2)$, $\gamma(\bar{5}\bar{4}5)$, $f(334)$, $F(3\bar{3}4)$, $\varkappa(0\bar{4}5)$, $\bar{z}_a$ circa parallel $\bar{3}02$. τ und $\bar{z}$ alterniren und bilden eine Serie von einspringenden Winkeln (vergl. die schematische Figur 3).

	beob.	gerechn.
$n\omega =$	— 45° 55′	46° 8′
$mc =$	89 50	90 8
$c\tau =$	28 41	28 44
$c\bar{z}_a =$	41 5	40 47

Rheinbreitbach 34. $a'(\bar{1}00)$, $N'(\bar{5}40)$, $\Omega(\bar{3}12)$, $\bar{t}_a$ circa parallel $\bar{1}01$. Die Flächen $N\Omega\bar{t}_a$ liegen nicht vollkommen genau in einer Zone.

	beob.	gerechn.		beob.	gerechn.
$a'N' =$	66° 58′	66° 41′	$a'\Omega =$	57° 47′	57° 51′
$a\bar{t}_a =$	60 31	60 43	$N'\Omega =$	46 55	47 5
$N'\bar{t}_a =$	79 21	79 15	$\measuredangle N'a\bar{t} =$	90 33	90 30

Der letzte, aus den Beobachtungen folgende Zonenwinkel (90° 33′) ist unvereinbar mit einem monosymmetrischen Systeme, welches für denselben 90° verlangen würde.

Rheinbreitbach 33. $a'(\bar{1}00)$, $N'(\bar{5}40)$, $n'(\bar{5}\bar{4}0)$, $\tau(\bar{1}01)$, $\Omega(\bar{3}12)$, $\bar{\Omega}_y$ circa parallel $(\bar{3}\bar{1}2)$; ($\bar{q}$ oder Q) circa $\bar{1}02$; diese Fläche ist gekrümmt schuppig, in τ übergehend, und weder hier noch in anderen Fällen exact bestimmbar.

	beob.	gerechn.		beob.	gerechn.
$a'\Omega =$	57° 55′	57° 51′	$a'N' =$	66° 25′	66° 41′
$a'\bar{\Omega}_y =$	57 40	57 51	$a'n' =$	65 10	65 34
$\Omega\bar{\Omega}_y =$	62 25	62 21	$a'(Q) =$	73½	$a\bar{q}_a$ 73 52
$N'\bar{\Omega}_y =$	105 45	105 41	$N'(Q) =$	83½	$N\bar{q}_a$ 84 7
$N'\Omega =$	46 50	47 5	$n'\bar{\Omega}_y =$	45 42	45 48

Rheinbreitbach 31. Klein, aber vollkommen ausgebildet, der Fig. 4 gleichend. $a(100)$, $a'(\bar{1}00)$, $c(001)$, $c'(00\bar{1})$, $\varkappa(0\bar{4}5)$, $M(1\bar{1}0)$, $n(540)$, $\omega(\bar{3}\bar{1}2)$, $\omega'(31\bar{2})$, $\Omega'(3\bar{1}\bar{2})$, $\bar{t}_a$ circa parallel $(10\bar{1})$. Zwischen $\bar{t}_a$ und c' zahlreiche einspringende Winkel, durch Repetitionen hervorgerufen.

	beob.	gerechn.		beob.	gerechn.
ac'	$= 91^0\ 3'$	$91^0\ 0'$	aM	$= 71^0$ circa	$71^0\ 6'$
$a\bar{t}_a$	= 60 34	60 43	an	= 66 circa	65 34
$a\omega'$	= 57 20	57 29	$a'\omega$	= 57 25′	57 29
$a\Omega'$	= 57 40	57 51	$c'\omega'$	= 48 20	48 36
$\omega'\Omega'$	= 61 35	61 55	$c\omega$	= 48 30	48 36
$c'\varkappa'$	= 51 circa	50 32	$n\varkappa'$	= 45 circa.	45 1
$M\Omega'$	= 48 40	48 57	$n\omega'$	= 46 25	46 8
$M\bar{t}_a$	= 81 0	81 18	$\omega'\bar{t}'_a$	= 32 19	31 59

Krystalle, ähnlich diesen (Fig. 4), finden sich sporadisch, verstreut, auf diversen anderen Rheinbreitbacher Handstücken. Sie erreichen gelegentlich eine Grösse von mehreren Millimeter (z. B. Rheinbr. Nr. 3), sind aber dann rauh, drusig und nicht scharf messbar. An Handstücken von Libethen sah ich bis jetzt diese vollflächigen Formen nicht. Den Beschreibungen Breithaupt's und Hermann's zu Folge fehlen sie aber weder den Lunniten von Nischne-Tagilsk, noch jenen von Ullersreuth. Uebrigens erhellt aus den Beispielen dieses Paragraphen, dass die isolirten Krystalle von Ehl und Rheinbreitbach gleiche Formen und gleiche Winkel haben. Auf Grund morphologischer Daten wäre daher eine Trennung beider Vorkommnisse in zwei Species unmöglich.

Aggregirte Krystalle. Einfache Flächencombinationen zeigen jene Krystalle, aus denen manche der halbkugelförmigen Lunnitmassen des Fundortes Rheinbreitbach zusammengesetzt sind, Halbkugeln, deren innerer Theil aus concentrischen undeutlich krystallisirten Strahlen, die drusige Oberfläche aus netten, glänzenden Krystallen zusammengesetzt ist. Letztere bilden gleichsam die Enden der inneren Strahlen und sind alle mit einander dachziegelartig verwachsen. Daher gelangt auch meist nur eine Ecke des Krystalls zur vollen Entwicklung. Die Oberfläche der Krystalle erscheint auf dem Handstück oft schwärzlich; losgebrochen und unter dem Mikroskop geprüft, zeigen hingegen diese Formen gleiche Körper- und Axenfarbe, wie die isolirten Krystalle von Ehl.

Die Untersuchung solcher aggregirter Krystalle wird durch die ungünstige Flächenbeschaffenheit beeinträchtigt. Die einfachen Formen a, c, t, τ, N, n, L, l, lassen sich wohl leicht erkennen; allein nicht mit gleicher wünschenswerther Genauigkeit die Winkel der Pyramidenflächen. Ueberdies sind diese Pyramiden als Abstumpfungen der Kanten $oP : \infty\breve{P}\frac{4}{3}$, $oP : \infty\breve{P}\frac{5}{4}$ nur inducirte Flächen und wechseln ihren Index mit dem Index des dominirenden Prisma. Oft verfliessen auch zwei dieser benachbarten Formen in eine und bilden dann eine gekrümmte, wenngleich glatte Zwischenform.

An einigen der untersuchten Krystalle war jene Ecke entwickelt, welche den positiven Quadranten mit $ac < 90^0$ entspricht. Sie gleichen

dann in ihrer Gestalt dem Obertheile von Figur 3, mit etwas geänderter Flächenbezeichnung. An anderen hingegen wurden die negativen Quadranten mit $ac > 90^0$ beobachtet. Haben Krystalle ein freies »positives« Ende, so zeigt deren negative Rückseite (welche am Stücke vom Nachbarindividuum überlagert war), recht häufig die rudimentär entwickelten Formen $\omega(\bar{3}\bar{1}2)$, $\Omega(\bar{3}12)$, $\tau(\bar{1}01)$, aber mit Repetitionen, einspringenden Winkeln, Streifensystemen, die nur durch mehrfache Zwillingsbildung hervorgerufen sein können (Rheinbreitbach Nr. 28).

Rheinbreitbach 5. $a(100)$, $b(010)$, $c(001)$, $L(4\bar{3}0)$, $l(430)$, $h(434)$, $H(4\bar{3}4)$, $\omega(\bar{3}\bar{2}1)$.

	beob.	gerechn.		beob.	gerechn.
$ac =$	88° 50′	89° 0′	$aL =$	65° 0′	65° 17′
$Ll =$	129 5	129 28	$cL =$	88 45	89 7
$aH =$	$70\frac{1}{4}$	70 19	$cH =$	$50\frac{1}{2}$	51 10
$a\omega =$	— $57\frac{1}{2}$	— 57 27	$hH =$	90 circa	90 14

Als Beispiele für Krystalle mit freiem »negativem« Ende wähle ich aus meinen Aufzeichnungen solche, welche für die Zwillingsstellung der Prismenflächen und die Induction der Pyramiden durch die ersteren, maassgebend sind.

Rheinbreitbach 12. $a'(\bar{1}00)$, $c(001)$, $\tau(\bar{1}01)$, $L'(\bar{4}30)$, $l'(\bar{4}\bar{3}0)$, $\chi(\bar{4}\bar{3}4)$; $\bar{n}_a$ circa parallel $(\bar{5}40)$; $\Gamma(\bar{5}45)$. Zu bemerken ist dass L und $\bar{n}_a$, welche scheinbar in eine Fläche zusammenfallen, einen deutlich erkennbaren einspringenden Winkel auf dieser Scheinfläche hervorrufen. Die Fläche Γ ist in der Richtung der Zone $b\Gamma$ gekrümmt und besteht aus $\Gamma(\bar{5}45)$ combinirt mit $X(\bar{4}34)$. Die Indices dieser Pyramiden stimmen mit jenen der Prismenflächen gleichen Quadrantens.

	beob.	gerechn.		beob.	gerechn.
$a'\tau =$	62° 27′	62° 15′	$c\bar{n}_a =$	89° 36′	89° 57′
$a'c =$	90 47	91 0	$cL' =$	90 31	90 53
$a'L' =$	65 10	65 17	$cl' =$	89 50	89 57
$a'\bar{n}_a =$	$65\frac{1}{2}$	65 34	$c\Gamma =$	53 18	53 44
$a'l' =$	$63\frac{1}{2}$	64 11	$c\chi =$	52 circa	51 57
$\Gamma\chi =$	93	92 55	$X\chi =$	90 circa	91 2

Rheinbreitbach 13. $a'(\bar{1}00)$, $\tau(\bar{1}01)$, $c(001)$, $L'(\bar{4}30)$, $\bar{N}_a$ circa parallel $(\bar{5}\bar{4}0)$; $\gamma(\bar{5}\bar{4}5)$; $\Gamma(\bar{5}45)$ gekrümmt und in Combination mit $X(\bar{4}34)$.

	beob.	gerechn.		beob.	gerechn.
$a'\bar{N}_a =$	66° 25′	66° 41′	$a'L' =$	65° 15′	65° 17′
$cL' =$	90 55	90 53	$c\bar{N}_a =$	90 52	90 52
$a'c =$	90 51	91 0	$\Gamma\tau =$	48 circa	47 46
$a'\Gamma =$	73 circa	72 0	$c\Gamma =$	54 0	53 44

	beob.	gerechn.		beob.	gerechn.
$\Gamma\gamma$ =	95° 8′	94° 45′	$X\gamma$ =	$91\frac{1}{2}$°	92° 53′
∢ $\bar{N}a'c$ =	90 37	90 30	∢ $La'c$ =	90 40	90 30
∢ $\bar{N}a'L'$ =	181 17	181 0			

Die aus den Beobachtungen gerechneten Zonenwinkel sprechen auch hier gegen wirkliche Monosymmetrie, welche 90° und 180° verlangt. Dieser Krystall bildet gewissermaassen ein Analogon zu dem früher besprochenen Fall Ehl 9. Letzterer hatte $\bar{m}am$ = 179°, hier tritt $\bar{N}aL$ mit 181° auf.

Rheinbreitbach 4. Dem vorhergehenden Krystalle ähnlich, doch der seltene Fall eines deutlich erkennbaren Juxtapositionszwilling nach $b(010)$. In der Mitte der Fläche $a'(\bar{1}00)$ ist die Zwillingsfissur und die beiden Hälften von a' bilden einen einspringenden Winkel (vergl. Fig. 5).

	beob.	gerechn.		beob.	gerechn.
$a'\bar{a}_b$ =	1° 10′	1° 20′	aN =	67° 5′	66° 41′
$a'c$ =	90 50	91 0	cN =	90 37	90 52

Die bisher besprochenen Formen der aggregirten Krystalle unterscheiden sich von jenen der isolirten nur dadurch, dass an den ersteren das Grundprisma ∞P = 141° bisher nicht beobachtet ward. Doch genügt dieser Unterschied nicht, um beide Varietäten als besondere Species zu trennen, denn einerseits ist sicher volle Isomorphie vorhanden, anderseits sind (vergl. später) deren optische Eigenschaften gleich.

Aeltere Beobachtungen. Morphologische Daten sind bisher veröffentlicht worden von Haidinger, Levy und dem Autor. Letzterer hat 1873 auf Grund seiner ersten Messungen ein triklines Parametersystem mit $a : b : c$ = 2,1928 : 1 : 1,1463 angegeben. Der Unterschied dieser Zahlen gegen die hier begründeten Werthe (2,82 : 1 : 1,53) ist durch Veränderung der Flächenbezeichnung hervorgerufen. Da die frühere Pyramide (111) jetzt zweckmässiger mit (434) bezeichnet wird, so sind die älteren Angaben äquivalent mit 2,92 : 1 : 1,52 und in genügender Uebereinstimmung mit dem definitiven Parametersystem. Ebenso differiren auch die früheren Winkelangaben nur unbedeutend von den hier angeführten.

1873			1879		
ac =	91° 0′		ac =	91° 0′	
ab =	91 24		ab =	90 40	
af =	66 40	f = (110)	aN =	66 41	N = (540)
cf =	89 9		cN =	89 8	
$a\pi$ =	70 44	π = (111)	$a\chi$ =	70 36	χ = (43$\bar{4}$)
$c\pi$ =	51 48		$c\chi$ =	51 57	
$b\pi$ =	43 39		$b\chi$ =	44 6	

Die älteren Angaben von Levy sind mit meinen Untersuchungen in

Einklang und verständlich. Levy und ihm folgend Dufrenoy*) sagen: »Prisme rhomboidal oblique sous l'angle de 141°. L'incidence des faces de la modification *d* est de 117° 30′ et celle de chacun d'elles sur la face *h'* est de 123° 30′.« Es ergiebt sich hieraus:

Levy-Dufrenoy:	Schrauf:
$mm = 141^0$	$Mm = 141^0\ 1'$
$dd = 117\ 30' = 62^0\ 30'$	$\omega\Omega = 61\ 55$
$hd = 123\ 30 = 56\ 30$	$a\omega = 57\ 29$

Die Pyramide *d* Levy entspricht nach Zeichnung und Zone unserem $\omega(\bar{3}\bar{1}2)$; legt man diesen Index zu Grunde, so folgt aus Levy's Angaben das Parametersystem $a:b:c = 2{,}824 : 1 : 1{,}586$, welches in kaum erwarteter Weise mit den hier entwickelten Zahlen (2,825 : 1 : 1,523) übereinstimmt.

Diese Angaben von Levy wurden bisher — selbst von den französischen Fachgenossen — ignorirt; und statt derselben die ungenügenden Winkel von Haidinger aufgeführt. Letztere entfernen sich so sehr von der Wahrheit, dass jeder Krystall von vornherein als eine von Lunnit verschiedene Species bezeichnet werden müsste, welcher mit Haidinger stimmende Zahlen liefern würde. Zwar ist die von Haidinger**) gegebene Figur annähernd mit Lunnitformen in Einklang zu bringen, allein die dazu gehörenden Winkel zeigen Differenzen von 9°—10° gegen die Wirklichkeit.

Haidinger-Miller***)		Δ	Schrauf	
$pp = 62^0\ 11'$	$p = 111$	16′	$\omega\Omega = 61^0\ 55'$	$(31\bar{2})$
$bp = 58\ 54$		28	$b\omega = 58\ 26$	
$ap = 68\ 20$		10° 51′	$a\omega = 57\ 29$	
$cp = 39\ 22$		9 14	$c\omega = 48\ 36$	

Den Winkel *pp* (unser $\omega\Omega$) und ∞P hat Haidinger — man erkennt dies aus den Differenzen — wahrscheinlich gemessen; zur Berechnung aller übrigen hingegen jedenfalls irrige Daten benutzt. Das Resultat ist daher auch unrichtig, und in der Literatur nicht weiter zu beachten.

Optische Merkmale. Eine grössere Anzahl früher gemessener Krystalle wurde theils geschliffen, theils direct unter dem Stauromikroskop geprüft. Hierbei war es vor Allem wichtig zu constatiren, ob ein Unterschied existire in den optischen Eigenschaften der aggregirten und isolirten Krystalle. Allein ein solcher fehlt, und die Lage der Hauptschwingungsrichtungen und die Axenfarben sind in beiden Varietäten gleich.

*) Levy, Descr. III. 52. pl. 62. Dufrenoy, Min. 2. Ed. III. 377.

**) Haidinger, Min. Edinburg 1825, Fig. 71.

***) Des Cloizeaux, Nouv. Recherch. hat die Miller'schen Daten um einige Minuten geändert; ganz nebensächlich gegenüber Differenzen von 10 Graden.

Als Mittel zahlreicher Messungen ergab sich das optische Schema *) für die Ebene (010):

(100) c𝔞 = 68°,5 (100) c𝔟 = — 21°,5

Die Bissectrix ist circa normal zu dem Doma *t* (101), während die mittlere Elasticitätsaxe 𝔟 ungefähr den Körperwinkel *a ω* halbirt (vergl. Fig. 6). Als Beispiele für die Uebereinstimmung der Eigenschaften isolirter und aggregirter Krystalle und überdies verschiedener Fundorte wähle ich die Aufschreibungen über Platten parallel (010) von

Ehl 5 (isolirt. Kryst.)		Rheinbreit. 7 (Aggreg. Kryst.)	
Körperfarbe smaragdgrün			smaragdgrün
Normale *a′*	251°	Normale *a*	225°
Hpt. Schwing. 𝔟	230	Hpt. Schw. 𝔟	247
Axenfarbe 𝔟	gelbgrün	Axenfarbe 𝔟	gelbgrün
Normale *ω* | *Ω*	199	Hauptschw. 𝔞	157
Hauptschw. 𝔞	320¼	Axenfarbe 𝔞	blaugrün
Axenfarbe 𝔞	blaugrün	Normale *c*	137½
a′ ($\bar{1}00$) : 𝔞 = — 69¼°		*a* (100) : 𝔞 = 68	

Die Nüancen der Axenfarben sind für beide Varietäten vollkommen gleich.

Einige Platten, parallel (100) geschliffen, wurden untersucht, um die Lage der Bissectrix gegen die Zone der scheinbaren Symmetrie (100) (001) festzustellen. Die beste Platte (Nr. 23 Rheinbreitbach) ergab eine maximale Differenz von 5½° der betreffenden Vibrationsrichtung gegen diese Zone (d. i. gegen die verticale Kante *a* | *m* oder die Normale auf *c* (001). Der Sinn der Neigung der Schwingungsrichtung, ob dieselbe gegen (010) oder gegen (0$\bar{1}$0) abgelenkt ist, liess sich nicht feststellen, denn alle diese relativ grösseren zum Verschleifen tauglichen Krystalle haben ganz rauhe, matte zu genauen Messungen unverwendbare Flächen.

Auch diese Platten parallel (100) zeigen Dichroismus und zwar ist die Axenfarbe für Schwingungen parallel der Krystallaxe *Y* (circa parallel 𝔠) tief blaugrün.

Die Axenfarben des Lunnit sind also für Schwingungen:

parallel 𝔠 tiefblaugrün; 𝔞 blaugrün; 𝔟 gelbgrün.

C h e m i s c h e V e r s u c h e. Meine eigenen Analysen, so wie die Discussion der Resultate anderer Autoren, lassen übereinstimmend erkennen, dass die einzelnen Lunnitvarietäten keine gleiche Zusammensetzung haben. Sie sind vielmehr Mischungen mit wechselndem Mengenverhältniss der drei**) constituirenden Molecüle 𝔓 Phosphorochalcit = $Cu_6 P_2 H_6 O_{14}$;

*) D e s C l o i z e a u x, Nouv. Rech. sagt: »Bissectrix . . faisant des angles 107° 0′ avec une normale à *h′*. Nach ihm also 73°.

**) Im Nachfolgenden werden die 3 Buchstaben 𝔓, 𝔇, 𝔈 zur kürzeren Bezeichnung der Constitution verwendet. Deren Procentverhältniss siehe S. 1.

𝔇 Dihydrit = $Cu_5 P_2 H_4 O_{12}$; und 𝔈 Ehlit = $Cu_5 P_2 H_6 O_{13}$. Man könnte deshalb diese Phosphorkupfererze mit den Plagioklasen vergleichen; und wird es dann auch begreiflich finden, dass die morphologischen Eigenschaften weit geringere Schwankungen zeigen, als die chemischen Zahlenwerthe.

Zu meinen Analysen wurden die folgenden 3 Varietäten benutzt:

1) Krystalle (aggregirte Varietät) Rheinbreitbach

2) graugrüne, milde, blättrig, Ehl

3) Pseudomalachite von Nischne Tagilsk und Libethen.

Der Gang der Untersuchung war der folgende: Das lufttrockene Pulver verlor im Exsiccator wohl nur unwägbare Spuren von Feuchtigkeit; der Gleichheit wegen sind aber alle Zahlen auf über Schwefelsäure getrocknete Substanz bezogen. Durch langsam gesteigertes Erhitzen bis zur Rothgluth wurde der constante Glühverlust ermittelt und als Wasser in Rechnung gestellt. Zu bemerken wäre, dass dieser Glühverlust keinesfalls kleiner als der Wassergehalt sein kann; eher wäre der entgegengesetzte Fall möglich wegen eventueller Desoxydation eines Theiles von CuO zu $Cu_2 O$. Durch Eindampfen der salzsauren Lösung ward $Si O_2$ abgeschieden; diese mit Fluorammon geprüft. Kupfer als $Cu_2 S$ gewogen. Eisen als Schwefeleisen abgeschieden, als $Fe_2 O_3$ gewogen, doch als $Fe O$ in Rechnung gestellt. Schliesslich, um einem eventuellen Arsensäureverlust vorzubeugen — das Magnesiaphosphat sehr sorgsam geglüht. Letzteres auf Eisen und Arsen geprüft, ergab für beide Stoffe nur unwägbare Spuren. Mit einer einzigen Ausnahme (siehe Nischne Tagilsk) beziehen sich die Zahlen jeder Analyse auf Eine ungetheilte Originalportion.

A. Krystallinische Varietäten (Dihydrite).

I. Rheinbreitbach. Halbkuglige Aggregate, deren äussere Parthie schwärzlich grüne Krystalle (der Form $a\,c\,n$), den centralen Kern hingegen gleichgefärbte halbkrystallisirte, glasglänzende, concentrisch verlaufende Lamellen bilden. Die schwärzliche Oberflächenfarbe ist an zersplittertem Material nicht mehr wahrnehmbar, dasselbe ist halbdurchsichtig, homogen, smaragdgrün. Nur die Krystalle und die unmittelbar anliegende Zone der halbkrystallisirten Lamellen, welche alle noch Spuren von rudimentär entwickelten Flächen zeigen, wurden zur Analyse verwendet. Das Centrum aller dieser Kugeln von Rheinbreitenbach bildet eine mehr (amorphe) körnige Masse; diese wurde hier sorgsam ausgeschieden.

Subst. = 0,7778 Gr. Volumgewicht 4,309.

Glühverlust bis 200° C. gleich Null. Bei Dunkelrothgluth 6,62 %, bei heller Rothgluth 6,76 %.

	% beob.	Aeq.	Aeq.	gerechn. %
CuO	69,25	20,762	21	69,55
FeO	0,19	0,062		
P_2O_5	23,86	4	4	23,69
H_2O	6,76	8,961	9	6,75
	100,06		3 𝔇 + 1 𝔓 = 4 𝔇 + (CuH_2O_2)	

Nimmt man blos Rücksicht auf die Zahlen dieser Analyse, so kann mit gleicher Berechtigung aus derselben gefolgert werden: 1) die Substanz besteht aus 3 Molecülen Dihydrit und 1 Theil Phosphorochalcit — oder 2) der Substanz Dihydrit wäre etwas überschüssiges Kupferhydroxyd beigemengt. Die Analyse liefert aber trotzdem das eine sichere Resultat, dass die krystallisirten Massen von Rheinbreitbach wesentlich eine dem Dihydrit ähnliche Constitution besitzen.

II. Ehl. Von einer etwas grösseren lichtgraugrünen Halbkugel dieses bekannten Vorkommens (U. M. 4368) wurde zur Analyse die oberste Schichte verwendet, welche sehr weich, mürbe, zerfallend, concentrisch fasrig ist. Der centrale grünere, härtere Kern, sowie der mitvorkommende Chalcedon ward sorgsam ausgesondert. Schon beim Lösen scheiden sich Flocken*) von Kieselsäure aus. Die durch Eindampfen und Glühen als feinstes Pulver erhaltene SiO_2 hinterlässt mit Fluor behandelt keinen Rückstand. Die Kieselsäure ist daher nicht als Gangquarz, sondern als chemisch gebundene SiO_2 — Chrysocolla $(CuH_2SiO_4 + H_2O)$ bildend — in Rechnung zu stellen.

Substanz: 0,6625 Gr. Vol. G. = 4,1024.

Glühverlust bei 200° C. = 0,151%; bei Dunkelrothgluth 7,487, Hellrothgluth 7,592%.

	beobachtet	— (Chrysocolla aus SiO_2);	= Rest
CuO	66,97	3,99	62,98
FeO	0,30		0,30
P_2O_5	22,07		22,07
SiO_2	3,01	3,01	
H_2O	7,59	1,80	5,79
	99,94		91,14

*) Schon Bergmann (Leonhard, Jahrbuch 1858, pag. 192) erwähnt, dass alle diese lichten Ehlitkugeln beim Lösen weisse seidenglänzende Schüppchen geben, die er als SiO_2 an etwas MgO gebunden annimmt. Er konnte dieselben weder wägen noch genauer untersuchen, bemerkt jedoch, dass deren Quantität beträchtlich ist. Ferner vermuthet er bereits, dass Ehlit ein Umwandlungsproduct ist, und dass dessen grösserer Wassergehalt durch die Existenz dieser Schüppchen bedingt sei.

Bergmann hat ferner Vanadin nachgewiesen. Im vorliegenden Falle war keine Spur von Vanadin aufzufinden. Möglich, dass sich diese Angabe Bergmann's auf die eigenthümlich gelbgrünen, intensiv gefärbten halbkugeligen Varietäten von Ehl bezieht, welche seltener vorkommen und die mir nicht zur Verfügung standen.

Letztere Zahlen, auf 100 reducirt, stimmen vollkommen mit Dihydrit.

	reduc. % beob.:	Aeq.	Aeq.:	gerechn.: %
Cu O	69,10	5,102	5	69,04
Fe O	0,33	0,027		
P_2O_5	24,22	1	1	24,69
H_2O	6,35	2,068	2	6,26
	100			

Diese mürben blättrigen Massen lichtgraugrüner Farbe von Ehl sind der Analyse zufolge Umwandlungsproducte von Dihydrit, welche entstanden sind durch Einwirkung einer Kieselsäurelösung. Diese hat Auflockerung, partielle Zersetzung und Chrysocollabildung hervorgerufen. Auch das relativ geringe Volumgewicht lässt Beimengung dieses letztgenannten, specifisch leichten Minerals, vermuthen. Zahlreiche Vorkommnisse des Lunnit von Ehl zeigen diesen mit jüngeren Chalcedonschichten bedeckt. Kieselsäure war also thatsächlich noch nach dem Festwerden des Kupferphosphates im gelösten Zustande vorhanden, wie dies die obige Hypothese verlangt. Während die scharfen ebenflächigen Krystalle (vgl. früher pag. 5) der Einwirkung der Kieselsäurelösung widerstanden, fielen hingegen die blättrigen Massen, welche zahlreiche Angriffspunkte darbieten, der Zersetzung durch dieselbe anheim.

B. Amorphe Massen. Pseudomalachite.

Die dem Malachite durch ihre Farbe, Glaskopfstructur und concentrisch schaligen Bau ähnlichen Lunnitmassen von Libethen und Nischne Tagilsk müssen auf Grund der nachfolgenden Analysen als Mischungen von Dihydrit mit Phosphorochalcit und Ehlit bezeichnet werden.

III. Nischne Tagilsk (U. M. 4704), malvengrün bis lichtgraugrün, verstecktfasrig bis körnig; fein concentrische schalige Structur, die Schalen durch schwache Farbennüancirung bemerkbar, doch mechanisch nicht trennbar. Das Material möglichst homogen.

Substanz 0,8467 Gr. Volumg. = 4,175. Der Glühverlust ward an einer separaten gleichen Quantität bestimmt und fand sich etwas höher, als der Wassergehalt (7,75) gerechnet aus *Cu O* und P_2O_5. Es stimmt diess überein mit der anfangs gemachten Voraussetzung (vergl. pag. 12), dass der Glühverlust nicht kleiner als der Wassergehalt sein kann.

Glühverlust bei 200° = 0,175 %, bei Rothgluth 8,09 %.

	% beobacht.	Aeq.	Aeq.	gerech. %
Cu O	69,02	15,944	16	69,028
P_2O_5	23,23	3	3	23,147
H_2O	(7,75)	(7,905)	8	7,824
	8,09	8,242		
	(100) 100,34		(𝔓 + 𝔇 + 𝔈)	

Die Zusammensetzung dieses Pseudomalachits entspricht genau einer Mischung der drei Molecüle Phosphorochalcit, Dihydrit, Ehlit. Wir werden im nachfolgenden Paragraphen sehen, dass die ähnliche Analyse Hermann's zu der Mischung (2 𝔇 + 𝔓 + 𝔈) führt. Man könnte vermuthen, dass hier nicht Mischungen, sondern mechanische Gemenge vorliegen, da ja die Massen concentrisch-schalige Zusammensetzung haben. Allein die Substanz der verschiedenen Schalen ist in Farbe, Textur so wenig variirend (von einzelnen dunklen Lagen absehend, die leicht entfernt werden können), dass eine mechanische Scheidung etwa in drei von einander differente Substanzen ganz unmöglich ist.

IV. Libethen. Ringsumgeschlossene Kugel, auf Quarz und von letzterem gangförmig durchzogen (U. M. 577). Glaskopfstructur, aussen vollkommen glatt tiefsmaragdgrün, im Innern sehr fein concentrisch-schalig, smaragdgrün etwas ins gräulichgrün, die Schalen durch schwache Farbennüancirung angedeutet. Die Schalen sind concentrisch feinfasrig und fest mit einander verwachsen.

Durch Abdampfen keine SiO_2 erhalten. Der angeführte Gangquarz betrifft einige (1 Milligr. Gewicht) beim Aussuchen übersehene Splitter.

Substanz 0,9053 Gr. Volumg. 4,1556.

Glühverlust bei 200⁰ C. = 0,209 %; bei Dunkelrothgluth 7,942 % Hellrothgl. 8, 019 %.

	beobacht. %		Aeq.	Aeq.	gerechn. %
Quarz	0,11	—			
CuO	69,11 =	69,46	39,042	39	69,580
FeO	0,22 =	0,22	0,137		
P_2O_5	22,16 =	22,26	7	7	22,333
H_2O	8,02 =	8,06	19,995	20	8,087
	99,62	100,00		4 𝔓 + 2 𝔈 + 𝔇	

Den Zahlen der Analyse zufolge ist die untersuchte Substanz eine Mischung von 4 Phosphorochalcit mit zwei Ehlit und einem Dihydrit, trotzdem dass das ausgesuchte Material so homogen als überhaupt möglich gewählt war. Aber nicht blos meine Analysen, sondern auch solche von anderen Autoren weisen auf Mischungen hin.

Aus meinen Analysen I—IV folgt das Resultat: die krystallinischen und krystallisirten Varietäten nähern sich in ihrer Zusammensetzung dem Dihydrit, während die amorphen Massen wechselnde Mischungen von 𝔓, 𝔈, 𝔇, sind. In den ersteren scheint das Molecül Ehlit zu fehlen, während an den amorphen Massen ein bei niederer Temperatur (200⁰ C.) eintretender Wasserverlust beobachtet ward, welcher Verlust auf die Existenz von Krystallwasser (also Ehlit) gedeutet werden könnte.

Als ferneres Resultat wäre hervorzuheben, dass es unrichtig ist, aus

dem bestimmten Wassergehalte allein einen Schluss auf die Constitution der Probe zu ziehen; einer ähnlichen Täuschung habe ich mich selbst noch 1873 hingegeben. Alle Pseudomalachite haben einen Wassergehalt von nahe an 8%, stimmen aber trotzdem im Kupfer- und Phosphorsäuregehalt nicht mit der Constitution des reinen Phosphorochalcits ($Cu_6 P_2 H_6 O_{14}$).

Discussion der Analysen anderer Autoren*). Zu ähnlichen Resultaten, wie die obenerwähnten, gelangte auch 1846 Hermann. Nach ihm sind die Lunnitkrystalle Dihydrit, die amorphen Massen Mischungen.

Hermann giebt (l. c. pag. 179) ausdrücklich an, dass sich seine Analyse auf wahre Krystalle (der Form *aMc*) bezieht, welche ($D = 4,40$) dunkelsmaragdgrün sind. In der übrigen Literatur findet sich keine weitere Angabe, welche mit präcisen Worten die Verwendung von Krystallen angiebt. Ja selbst blättrige krystallinische Massen scheinen überaus selten verwendet worden zu sein, denn eine gewissenhafte Prüfung aller den Analysen beigefügten Beschreibungen lässt krystallinisches Material nur bei Arfvedson und Kühn (Kupferdiaspor) vermuthen. Bezüglich des Materials von Arfvedson sagt Berzelius (Jahresber. **4,** 143): »die von Arfvedson analysirte Probe von Rheinbreitbach enthielt Theile ..... die sich geschwärzt hatten.« Diess stimmt nur mit den halbkrystallisirten Varietäten dieses Fundortes. Kühn erwähnt anderseits, dass sein angeblich von Libethen stammendes Material strahliges Gefüge hatte.

Und diese drei auf krystallinisches Material sich beziehenden Analysen stimmen mit Dihydrit, ähnlich wie meine Analyse I.

	Hermann Nischne T. Kryst.	Arfvedson Rheinbreitbach		Kühn Libeth.	Dihydrit
CuO	68,21	68,20 =	68,98	69,61	69,04
P_2O_5	(25,30)	24,70 =	24,98	24,13	24,69
H_2O	6,48 {6,28 / 6,69}	5,97 =	6,04	(6,26)	6,26
	100	98,87	100	100	

Die Unregelmässigkeit in der Zusammensetzung der amorphen Massen hat bereits Hermann bewogen, dieselben als Mischungen anzusehen. Er sagt l. c. pag. 181: »sie seien eine Verbindung von gleichen Atomen Dihydrit und Ehlit«. In dieser beschränkten Form $\mathfrak{D} + \mathfrak{E}$ genügte die Annahme nicht. Denn nicht blos meine eigenen und fremde Analysen zeigen Phosphorochalcit als wesentlichen Bestandtheil, sondern es giebt auch Beobachtungen, die auf eine Mischung von $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{E}$ hindeuten. Die Analyse Hermann's (Nischne Tagilsk) führt zu $2\mathfrak{D} + \mathfrak{P} + \mathfrak{E}$ (ich fand oben

*) Bei der Besprechung dieser Analysen habe ich es möglichst vermieden, Zweifel über deren Richtigkeit zu äussern, obgleich in einzelnen Fällen begründete Bedenken obwalten. Mein Hauptaugenmerk war nur auf die Folgerungen gerichtet, zu denen diese Analysen, wenn sie richtig sind, führen.

$\mathfrak{P} + \mathfrak{D} + \mathfrak{E}$); jene von Kühn zu $2\mathfrak{P} + \mathfrak{E}$; die von Heddle zu $2\mathfrak{E} + \mathfrak{P}$, schliesslich jene von Wendel zu $4\mathfrak{E} + \mathfrak{P}$. In allen diesen Fällen wurden amorphe Lunnite (Pseudomalachite) untersucht.

Hermann: Nischne Tagilsk. $D = 4{,}25$.

	% beob.	Aeq.	Aeq.	gerech. %
CuO	68,75	20,708	21	69,32
P_2O_5	(23,75)	4	4	23,51
H_2O	7,50	9,964	10	7,45
	100		$2\mathfrak{D} + \mathfrak{P} + \mathfrak{E}$	

Kühn Rheinbreitbach. Prasin *).

	%	beob.	Aeq.	Aeq.	gerech. %
CuO	68,74	= 69,51	17,13	17	69,656
P_2O_5	21,52	= 21,76	3	3	21,984
H_2O	8,64	= 8,73	9,5	9	8,360
	98,90	100		$2\mathfrak{P} + \mathfrak{E}$	

Heddle; Cornwall.

	%	beob.	Aeq.	Aeq.	gerech. %
Gangquarz	0,48				
CuO	68,13	= 68,56	16,081	16	68,360
P_2O_5	22,73	= 22,88	3	3	22,923
H_2O	8,51	= 8,56	8,862	9	8,717
	99,85	100		$\mathfrak{P} + 2\mathfrak{E}$	

Wendel (Rammelsb. Min. Ch. II. pag. 326)

	%	beob.	Aeq.	Aeq.	gerech. %
CuO	68,05	= 67,75	25,947	26	67,810
P_2O_5	23,45	= 23,35	5	5	23,321
H_2O	8,94	= 8,90	15,040	15	8,869
	100,44	100		$\mathfrak{P} + 4\mathfrak{E}$	

Die Wichtigkeit des Gegenstandes veranlasst mich, schliesslich auch jener Analysen ausführlicher zu gedenken, welche gewöhnlich als Beweise gelten für die Annahme, dass Phosphorkupfererz die Constitution $Cu_6 P_2 H_6 O_{14}$ ($\mathfrak{P}$) habe. Es sind dies die Analysen von Bergmann (Ehl) mit $CuO = 69{,}97$; von Rhodius (Rheinbreitbach) mit $CuO = 70{,}8$; von Church (Libethen) $CuO = 71{,}16$; und schliesslich von Kühn (Hirschberg) mit $CuO = 71{,}73$. Die Discussion der drei letztgenannten

*) Annal. d. Chemie **51**, 127. Hier ist ein Mittel dreier Analysen angeführt. Die directen Zahlen waren:

CuO	68,92	68,44	68,87
P_2O_5	22,03	21,11	21,41
H_2O	8,38	8,95	8,59

Analysen lehrt aber, dass diesen Autoren kein reines Kupferphosphat vorlag, sondern dass dieses noch überschüssiges $Cu(HO)_2$ oder CuO enthielt. Hier die vergleichende Rechnung.

Church: Libethen.

	%	beob.	Aeq.	Aeq.	gerech. %
CuO	71,16 =	71,44	12,966	13	71,570
P_2O_5	19,63 =	19,71	2	2	19,693
H_2O	8,82 =	8,85	7,090	7	8,737
	99,61	100		$2\mathfrak{P} + CuH_2O_2 = 2\mathfrak{D} + 3\,CuH_2O_2$	

Rhodius: Rheinbreitbach.

	%	beob.	Aeq.	Aeq.	gerech. %
CuO	70,8 =	71,08	31,03	31	71,151
P_2O_5	20,4 =	20,48	5	5	20,524
H_2O	8,4 =	8,44	16,24	16	8,325
	99,6	100		$5\mathfrak{P} + CuH_2O_2$	

Kuhn: Hirschberg *).

	% beob.	Aeq.	Aeq.	gerech. %
CuO	71,73	36,88	37	71,727
P_2O_5	(20,87)	6	6	20,802
H_2O	7,40	16,79	17	7,471
			$5\mathfrak{P} + \mathfrak{D} + 2\,CuO$	

Diesen Analysen zufolge würde es Lunnitvarietäten geben, die neben dem gebundenen Kupferhydroxyd noch überschüssiges CuH_2O_2 oder CuO und zwar in wechselnder Menge enthielten. Diese Thatsache könnte zu der für heute noch sehr gewagten Hypothese verleiten, dass Phosphorochalcit selbst aus dem Molecüle Dihydrit mehr überschüssigem $Cu(HO)_2$ besteht. Eine solche Hypothese würde den wesentlichen Vortheil haben, die drei Typen auf ein constantes Kupferphosphatmolecül Dihydrit zu reduciren; denn es ergäbe sich

$$\mathfrak{D} = Cu_5P_2H_4O_{12};\ \mathfrak{E} = Cu_5P_2H_4O_{12} + H_2O;\ \mathfrak{P} = Cu_5P_2H_4O_{12} + Cu(HO)_2.$$

Auf das Nebeneinander-Vorkommen des Phosphats und Kupferoxydes an den Handstücken hat bereits Hermann aufmerksam gemacht. In der That existiren solche leicht ausscheidbare schwarze Zwischenschichten bei einzelnen Varietäten; ob diese das Resultat der obigen drei Analysen beeinflusst haben, lässt sich aus den Angaben dieser Autoren nicht erkennen.

Dass sich im Lunnit durch Wasserabgabe $Cu(HO)_2$ in CuO verwandle, darauf hat Berzelius hingewiesen. Die oberflächliche Schwärzung einzelner Lunnite versuchte er hierdurch zu erklären (vergl. pag. 16). Aber

*) Hier muss noch hervorgehoben werden, dass (vergl. Annal. der Chemie **34**, 218) Kühn 7,37% Muttergestein (Brauneisen, eventuell Kupferschwärze haltend) erst nachträglich abrechnete. Eine zweite Analyse ergab nur 69,58% CuO.

nur die einzige Analyse von Kühn (siehe neben) lässt ziffermässig das Vorhandensein von $Cu O$ erkennen, während in allen übrigen Fällen das zur Bildung der Molecüle $Cu H_2 O_2$ nöthige $H_2 O$ durch die Wage nachgewiesen werden konnte.

Aus der grossen Anzahl von Analysen des Lunnit bleibt schliesslich nur die einzige von Bergemann (Ehl), welche genau mit der Zusammensetzung des Molecüls Phosphorochalcit stimmt. Es ist aber anderseits gerade diese Analyse ausgezeichnet durch den grossen Arsengehalt ($As_2 O_5 = 1,78^0/_0$), welchen kein anderer Autor in gewogenen Mengen angiebt, und dessen Vorhandensein Hermann direct negirt.

Uebersicht der Resultate. In der Lunnitgruppe existiren charakteristische Unterschiede zwischen den Eigenschaften der amorphen und krystallisirten Varietäten: 1) Bezeichnet man die Molecüle $Cu_6 P_2 H_6 O_{14}$, $Cu_5 P_2 H_6 O_{13}$, $Cu_5 P_2 H_4 O_{12}$ mit Phosphorochalcit, Ehlit, Dihydrit, so sind aus diesen in binärer oder ternärer Combination und mit wechselndem Mischungsverhältniss die meisten amorphen Massen zusammengesetzt. Sie zeigen schon bei 200° C. einen wägbaren Glühverlust; haben $D = 4,2$, nierenförmige, concentrisch schalige Structur und gleichen so vollkommen dem Malachit, dass ihnen der Name Pseudomalachit gebührt. 2) die lichtgraugrünen strahligfasrigen mürben ($H = 2$, $D = 4,10$) Vorkommnisse von Ehl sind zersetzte Dihydrite und enthalten Kupfersilicat. Solchen zersetzten Varietäten kann der Vulgärname »Ehlit« gegeben werden. Für andere Varietäten dieses Fundortes ward von Bergemann ein Gehalt an *As* oder *Va* angegeben. 3) Mit der Zunahme des Wasser- und Kupfergehaltes nimmt die Krystallisationsfähigkeit des Kupferphosphates ab, wie das Vorkommen von schön krystallisirtem Libethenit auf amorphem Pseudomalachit deutlich zeigt. 4) Die krystallisirten Lunnitvarietäten haben den relativ kleinsten Wassergehalt und das grösste Volumgewicht $D = 4,4$, bestehen in überwiegender Menge aus Dihydrit und zeigen bei 200° C. keinen Glühverlust. Ihnen sollte deshalb die von Hermann vorgeschlagene Vulgärbezeichnung »Dihydrit« bleiben. 5) Von diesen krystallisirten Varietäten sind theils isolirte, theils kuglig aggregirte Krystalle vorhanden, welche in Winkeln und optischen Merkmalen übereinstimmen. Sie unterscheiden sich nur im morphologischen Habitus. Erstere sind flächenreicher, ∞P und Pyramiden herrschen vor ($Mm = 141^0\ 1'$, $a\tau = 62^0\ 15'$, $a\omega = 57^0\ 29'$, $b\omega = 58^0\ 26'$), während bei den letzteren die Basisfläche ($ac = 89^0$) und $\infty \breve{P} \frac{5}{4}$ dominirt.

Libethenit.

G. Rose hat 1837 in seinem Werke: »Reise nach dem Ural« hervorgehoben, dass eine erneute Untersuchung des Libethenits wünschenswerth sei. Dass sich bis jetzt kein Fachgenosse dieser Arbeit unterzog, verschul-

dete wohl die irrige Meinung, es könne die einfache Libethenitform kein dankbares Feld für morphologische Studien sein.

Seit den diesbezüglichen Arbeiten von G. Rose*) werden in allen Mineralogien für Libethenit jene Winkel angeführt, welche der genannte Autor an Krystallen des Fundortes Libethen beobachtete. Fast vollkommen ignorirt werden die älteren Angaben von Leonhard, Mohs, Phillips, sowie auch jene Messungen, welche Rose selbst an Krystallen vom Fundorte Nischne-Tagilsk durchführte. Und doch existirt zwischen diesen diversen Angaben eine Differenz von circa 3 Graden (92° 20′; 95° 24′ G. Rose), eine Grösse, welche man weder auf Beobachtungsfehler zurückführen, noch ignoriren kann. Zweierlei Erklärungsgründe bieten sich dar: 1) Die Differenz der Winkel wäre verursacht durch eine verschiedene chemische Zusammensetzung des sogenannten Libethenits verschiedener Fundorte. So sagt G. Rose 1837: »Es wäre möglich, dass die Krystalle vom Ural eine neue Species bilden würden«. 1833. »Wahrscheinlich haben Phillips und Mohs ganz andere Krystalle gemessen, als die des phosphorsauren Kupfers von Libethen, von welchem Fundorte die von mir untersuchten Krystalle ohne Zweifel waren«. 2) Ein zweiter Erklärungsgrund für die Differenz der Winkel kann gesucht werden in der Hypothese, dass der morphologische Bau des Libethenits complicirter ist, als man meist anzunehmen geneigt ist.

Diese zweite Hypothese wird durch die nachfolgende Untersuchung bestätigt. Es zeigte sich, dass die Differenz der Winkel nicht vom Fundorte abhängig ist, indem auch Krystalle einer Localität, hier Libethen, Zahlen lieferten, welche sowohl mit den Angaben Rose's für Nischne Tagilsk, als auch mit seinen für Libethen geltenden, übereinstimmen.

Zwei Fragen, die nicht blos für diese Species, sondern allgemein morphologische Wichtigkeit haben, verlangten bei dieser Untersuchung eine Beantwortung.

Wie viel Messungen sind nöthig, um eine Combination als trimetrisch zu erkennen?

Sind die Erscheinungen der sogenannten hypoparallelen Krystalleinigung ganz willkürlich auftretend, oder durch vicinale Flächen inducirt? Oder sind sie durch die Annahme eines complicirten Zwillingsaufbau aus weniger symmetrischen Krystallmolecülen erklärbar?

Wenn vicinale Flächen auftreten, so ist eine Entscheidung nöthig zwischen den zwei Annahmen: complicirte Flächenindices bei einfachem Parameterverhältniss, oder einfache Indices, aber asymmetrisches Krystallsystem. Welche dieser Hypothesen entspricht in jedem einzelnen Falle dem wahren molecularen Gefüge des Minerals?

---

*) 1833, Elem. d. Kryst. 163. — 1837. Reise im Ural, I. 316.

Vicinale Flächen. Beispiele. Das untersuchte Material stammt von ausgezeichneten Stufen des Fundortes Libethen, welche unser Museum besitzt. Die Originalkrystalle sind ebendaselbst mit ihren Nummern deponirt. An diesen Exemplaren konnte von den bekannten Formen nur die von Miller mit dem Buchstaben t bezeichnete Fläche nicht wieder aufgefunden werden. Statt derselben wurde die benachbarte $\delta(10\bar{3})$ beobachtet. Die Pinakoide $a(100)$ und $b(010)$ sind nur untergeordnet und schlecht messbar entwickelt. Die Träger der Gestalt bilden die Formen m, e; namentlich letztere dominirt; wie aus den Zeichnungen (Fig. 7 und 8) zu entnehmen ist. Die Rücksicht sowohl auf diese Gestalten, als auch auf die Entwicklung der vicinalen Flächen war maassgebend für die Wahl der Fläche e als Prisma. Da ferner die Nothwendigkeit sich zeigte, positive und negative Quadranten zu unterscheiden, so erhielt die Flächentabelle nachfolgende Anordnung *):

$a(100)\ \infty\breve{P}\infty\ (\infty\not{P}\infty)$	$b(010)\ \infty\bar{P}\infty\ (\infty\not{P}\infty)$
$c(001)\ \ oP$	$e(110)\ \infty P$
$\left\{\begin{matrix} s(111) \\ \sigma(11\bar{1}) \end{matrix}\right. \pm P$	$\left\{\begin{matrix} m(101) \\ M(10\bar{1}) \end{matrix}\right. \pm\breve{P}\infty\ (\not{P}\infty)$
$\delta(10\bar{3})\ \ \frac{1}{3}\breve{P}\infty$	

Die Flächen e zeichnen sich durch eine combinatorische Streifung parallel der Kante $e \mid \sigma$ aus, welche nie fehlt und das beste Erkennungsmittel für diese Form ist. Die Flächen $m\,M$ sind fast immer eingebogen, manchmal gekrümmt, absetzend, wie aus mehreren Flächensegmenten bestehend, aber nie gestreift. Die Pyramidenflächen sind sehr schön und treten an den untersuchten Exemplaren in jener Anzahl auf, welche einem trimetrischen Systeme entspricht. Der Habitus der Krystalle ist durchwegs symmetrisch und verräth in keiner Weise die wirklich vorhandenen Deformitäten, welche man nur durch Messung auffinden kann.

Meist wird angenommen, dass zur Berechnung eines rhombischen Krystalls bereits zwei Messungen genügen, wenn die Indices der Flächen durch Zonenverband, einzelne Controlmessungen, und durch die Symmetrie des Krystalls bekannt sind. Das nachfolgende Beispiel zeigt, dass auch bei einem scheinbar trimetrischen Krystall, wenn absolute Genauigkeit verlangt ist, die Bestimmung jeder der Unbekannten α, β, γ, a, c; $h_i l_i$ (b und $k_i = 1$) auf einer genauen Messung basiren muss.

---

*) Bisher galten die rhombischen Elemente mit $aM = am = 46^0\ 10'$, $ae = 54^0\ 56'$, $as = 60^0\ 28'$; $bs = 45^0\ 23'$; $cs = 59^0\ 6'$. Im Nachfolgenden wird erwiesen werden, dass dem Baue des Krystalles besser die monosymmetrischen Angaben:

$am = 46^0\ \ 9'$	$aM = 47^0\ \ 8'$	$ac = 89^0\ \ 4'$	$ae = 54^0\ 56'$
$as\ = 60\ \ 11$	$bs\ = 45\ \ 53$	$cs = 58\ \ 17$	
$a\sigma = 61\ \ \ 2$	$b\sigma = 45\ \ 23$	$c\sigma = 59\ \ \ 5$	

entsprechen.

Krystall 10. Aehnlich Fig. 7. Beobachtete Flächen $e\,\sigma\,M$. Nur $e\,e'$ liefert mehrfache Reflexe, welche hier, ohne das Resultat zu tangiren, ganz ignorirt werden können. Es restiren sechs ausgezeichnet reflectirende Flächen von $M\sigma$, welche im Raume, wie das nebenstehende Diagramm zeigt, liegen und welche für diesen speciellen Fall auch speciell signirt sind.

M_1
σ_2 $\bar{\sigma}_2$
e (b) e^1 (a')
σ_1 $\bar{\sigma}_1$
$\bar{M}_1$

Dem Zonenverbande, dem allgemeinen Habitus und einzelnen Messungen zufolge, sollten die Indices dieser Flächen sein $e(110)$, $e'(\bar{1}10)$, $M'(\bar{1}01)$, $\bar{M}_1(\bar{1}0\bar{1})$, $\sigma_2(111)$, $\bar{\sigma}_2(\bar{1}11)$, $\sigma_1(11\bar{1})$, $\bar{\sigma}_1(\bar{1}1\bar{1})$. Die Berechnung der Messungen zeigt jedoch, dass diese hypothetischen (auf trimetrisches System bezogen) Indices in zwei Fällen $(\sigma_2\bar{\sigma}_2)$ bis auf $3^0/_0$ ungenau sind. Geht man von den Indices für $M\bar{M}_1$ aus, so erhalten die vier Pyramidenflächen die nachfolgenden genauen Indices:

	hypothetisch:	aus Messungen gerechnet:
σ_1	$11\bar{1}$	$1000 : 1002 : \overline{996}$
$\bar{\sigma}_1$	$\bar{1}1\bar{1}$	$\overline{1004} : 1000 : \overline{996}$
σ_2	111	$966 : 1015 : 1000$
$\bar{\sigma}_2$	$\bar{1}11$	$\overline{1037} : 999 : 965$

Die Flächen $\sigma_2\bar{\sigma}_2$ wären also dem Anscheine nach vicinale Flächen. Allein auch diese Hypothese ist nicht zu beweisen. Der Krystall ist übrigens ein Unicum für die Art und Weise, wie die Natur den Beobachter täuscht. Das angestrebte Ziel beim Bau dieses Krystalls war jedenfalls eine möglichst symmetrische Form, combinirt aus den Flächen $e\,M\,\sigma$ mit deren einfachsten Indices $(110)(101)(111)$. Dieses Ziel hat scheinbar die Natur vollkommen erreicht. Die oben hervorgehobenen sechs glänzenden Flächen $M\sigma$ bilden 15 Combinationen und 10 derselben (vergleiche Diagramm), welche diese sechs Flächen wie ein Netz umspannen, stimmen auch »vollkommen« mit trimetrischer Symmetrie, d. i. den Winkeln, welche auf G. Rose basirt sind.

	beobachtet:	rhombisch gerechnet:	R—B.
$M_1\bar{M}_1$	92° 24′	92° 20′	— 4′
$M_1\bar{\sigma}_2$	44 37	44 37	0
$\bar{M}_1\bar{\sigma}_1$	44 37	44 37	0
$\bar{\sigma}_1\sigma_1$	59 8	59 4	— 4
$\sigma_2\bar{\sigma}_2$	59 8	59 4	— 4
$\sigma_1\sigma_2$	61 50	61 48	— 2
$\sigma_1\bar{\sigma}_2$	90 43	90 46	+ 3
$M_1\sigma_1$	88 24	88 20	— 4
$M_1\bar{\sigma}_1$	91 36	91 40	+ 4
$M_1\sigma_1$	135 20	135 23	+ 3
			$\triangle = \pm 2{,}8$

Unterbricht man die Beobachtungen nach diesen 10 Messungen, so würde man den Krystall für ein ausgezeichnetes trimetrisches Individuum erklären. Wie sehr man sich täuschen würde in dieser Annahme, zeigen die — von den möglichen 15 Combinationen — noch restirenden fünf Winkel (vergl. Diagramm):

	beobachtet:	rhombisch gerechnet:	*R—B.*
$\bar{\sigma}_1 \sigma_2$	89° 51′	90° 46′	+ 54′
$\bar{M}_1 \sigma_2$	134 28	135 23	+ 55
$M_1 \sigma_2$	87 36	88 20	+ 44
$\bar{M}_1 \bar{\sigma}_2$	90 17	91 40	+ 83
$\bar{\sigma}_1 \bar{\sigma}_2$	60 31	61 48	+ 77
			△ = + 62,′5

Es sprechen somit 10 Winkel gegen die Hypothese vicinaler Flächen, fünf gegen die Annahme der Grundpyramide selbst. Die Flächen $\sigma_2 \bar{\sigma}_2$ sind daher keine vicinalen Flächen des Individuum I; sie sind vielmehr wahre Protopyramiden, aber eines Individuums II, welches mit I in geneigter Stellung (Zwillingsstellung vergl. später) verwachsen ist.

Vicinale Flächen in der Zone $a m M c$ sind relativ häufiger; einzelne Fälle werden im Folgenden kurz erörtert.

Krystall 6, vergl. Fig. 8. Die Säulenflächen e gestreift, die Flächen $\bar{c}(00\bar{1})$, $\bar{m}(10\bar{1})$, $\sigma(11\bar{1})$, $'\sigma(1\bar{1}\bar{1})$ (speciell für diesen Fall so bezeichnet, vergleiche nebenstehendes Diagramm) scharf messbar. Diese eben angeführten Indices entsprechen der scheinbaren Symmetrie, sind aber wie aus den Messungen erhellt für $\bar{c}\bar{m}$ nur annähernd richtig.

a

$'\sigma \quad \bar{m} \quad \sigma$

δ

$\bar{c}$

	beobachtet:	rhombisch gerechnet:	*R—B.*
$'\sigma \sigma$	89° 23′	89° 14′	— 9′
$\sigma \bar{m}$	44 39	44 37	— 2
$'\sigma \bar{m}$	44 46	44 37	— 9
$\bar{m} \bar{c}$	41 9	43 50	+ 161
$\bar{c} \sigma$	57 57	59 6	+ 69
$\bar{c}\, '\sigma$	57 58	59 6	+ 68
$\measuredangle\, \bar{c} \bar{m} \sigma$	90 37	$\measuredangle\, cms = 90\ 0$	— 37
$\measuredangle\, \bar{c} \bar{m}\, '\sigma$	90 31		— 31

Aus dem letzten Zonenwinkel erhellt, dass $\sigma \bar{m}\, '\sigma$ keine wahre Zone ist. Die rechnungsgemässen Indices für $\bar{c}\bar{m}$, bezogen auf das Rose'sche Parametersystem, sind unter der Annahme, dass $\sigma \sigma'$ die Grundpyramide:

$$\bar{c}\ (10 : 0 : \bar{3}\bar{1}\bar{7}) = -\tfrac{1}{32} \breve{P} \infty$$

$$\bar{m}(40 : 0 : \bar{4}\bar{1}) = -\tfrac{40}{41} \breve{P} \infty$$

Krystall 11. Derselbe besitzt ebenfalls vicinale Flächen aber mit anderen Indices. Es ist ein tadelloser Krystall der einfachen Combination em (vergleiche nebenstehendes Diagramm) ähnlich Fig. 7.

	M	
$'e'$	$\bar{m}$	e'
	(c)	
	m	
$'e$	$\bar{M}$	e
	a	

Drei der Flächen $e(110)$, $'e(1\bar{1}0)$, $e'(1\bar{1}0)$, $'e'(\bar{1}\bar{1}0)$ geben einfache Reflexe. Die Flächen $m\bar{M}$ verfliessen fast in einander, sind circa parallel (101) — ebenso $M\bar{m}$ circa parallel $(\bar{1}01)$. Jede dieser vier Flächen manifestirt sich durch einen scharfen Reflex, ohne einen durch Interferenz etwa hervorgerufenen Nebenschein.

	beob.	rhomb. gerechn.
$m\bar{M}$	0° 49′	0° 0′
$\bar{m}M$	0 52	0 0
$\bar{M}M$	87 31	87 40
$m\bar{m}$	85 50	87 40
$e\,'e$	109 52	109 52
$'e\,'e'$	70 9	70 8
ee'	70 6	70 8
$\bar{M}e$	66 14	66 33
$\bar{M}\,'e$	66 4	66 33

	beob.	rhomb. gerechn.
me	66° 31′	66° 33′
$m\,'e$	66 32	- -
Me	— 67 0	- -
$M\,'e$	— 66 53	- -
$M\,'e'$	67 4	- -
$\bar{m}e$	— 67 21	- -
$\bar{m}\,'e$	— 67 18	- -
$\bar{m}\,'e'$	67 25	- -

Diesen Beobachtungen zufolge sind die Winkel und Indices dieser vier mM-Reflexe — bezogen auf Rose's Parametersystem und e als Grundprisma — folgende:

$$m = (101) \quad + \breve{P}\infty \qquad am = 46^0\ 5'$$
$$\bar{M} = (1{,}0307 : 0 : 1) + \tfrac{41}{40}\breve{P}\infty \qquad a\bar{M} = 45\ 18$$
$$\bar{m} = (\bar{1} : 0 : 1{,}0694) - \tfrac{40}{43}\breve{P}\infty \qquad a'\bar{m} = 48\ 5$$
$$M = (\bar{1} : 0 : 1{,}0380) - \tfrac{40}{42}\breve{P}\infty \qquad a'M = 47\ 14$$

Monoklines Parametersystem. Dünnschliffe. Die Indices der bisher besprochenen vicinalen Flächen sind sehr complicirt, sie basiren aber anderseits auf der Hypothese, dass dem Libethenit ein sehr einfaches trimetrisches Parametersystem eigen ist. Verlässt man die letztere Hypothese und adoptirt das monokline System, so erhält man für alle diese vicinalen Flächen die einfachsten Indices und erkennt, dass alle diese verschiedenen Lagen hervorgerufen werden durch Umlagerung von m oder M in eine Zwillingsstellung nach $a(100)$ oder $c(001)$ — den bekannten Gesetzen im monoklinen Systeme. So entspricht die Fläche $\bar{c}$ der Form $\bar{c}_a$, $\bar{m} = \bar{m}_c$; $\bar{M} = \bar{M}_c$. Das den Beobachtungen vollkommen genügende Parametersystem ist folgendes:

$$a : b : c = 1{,}4255 : 1 : 1{,}34625$$
$$\beta = 90^0\ 56'.$$

In der nachfolgenden Tabelle werden den gerechneten Werthen die an den Krystallen 6 und 11 erhaltenen Winkel gegenübergestellt.

	monokl. gerechn.	beob.		monokl. gerechn.	beob.
ac	$= 89^0\ 4'$	—			
am	$= 46\ \ 9$	$46^0\ 5'$	aM	$= 47^0\ 8'$	$47^0\ 14'$
cM	$= 43\ \ 48$	—	$a\bar{M}_c$	$= 45\ \ 16$	$45\ \ 18$
$a\bar{m}_c$	$= 48\ \ 1$	$48\ \ 5$	$a\bar{c}'_a$	$= 89\ \ 4$	—
$\bar{c}'_a\bar{m}_c$	$= 41\ \ 3$	$41\ \ 9$	ae	$= 54\ \ 56$	$54\ \ 56$
ce	$= 89\ \ 28$	—	$c\bar{e}_c$	$= 90\ \ 32$	—
$\bar{M}_c e$	$= 66\ \ 9$	$66\ \ 9$	$m\bar{M}_c$	$= 0\ \ 53$	$0\ \ 49$
me	$= 66\ \ 33$	$66\ \ 31,5$	$\bar{m}_c M$	$= 0\ \ 53$	$0\ \ 52$
Me	$= 67\ \ 0$	$67\ \ 2$	$\bar{M}_c M$	$= 92\ \ 24$	$-92\ \ 29$
$\bar{m}_c e$	$= 67\ \ 24$	$67\ \ 23$	$m\bar{m}_c$	$= 94\ \ 10$	$-94\ \ 10$
mM	$= 93\ \ 17$	—	$\bar{m}_c\bar{M}_a$	$= 95\ \ 9$	—
$\sigma\bar{m}_c$	$= 44\ \ 38$	$44\ \ 39$	$\sigma\bar{c}'_a$	$= 58\ \ 1$	$57\ \ 57,5$

Durch die Annahme monokliner Parameter wird auch die morphologische Entwicklung des Prisma e verständlich. Dasselbe zeigt wohl wegen der Beugung an den Streifensystemen meist diffuse Reflexe, aber trotzdem lassen sich die lichtstarken Hauptreflexe recht gut erkennen, und deren sind meist von jeder Fläche zwei und circa 1^0 von einander entfernt. Es entspricht dies (vergleiche die Winkeltabelle) der Lage von e und $\bar{e}'_c$.

Die Pyramidenflächen wahren die trimetrische Pseudosymmetrie am vollkommensten, und nur am Krystall Nr. 3 lässt sich deutlich erkennen, dass auch zu ihrer Bildung gelegentlich die Superposition von Flächensegmenten beiträgt. An diesem Krystalle ist die eine Pyramidenfläche σ; die zweite aus zwei deutlich getrennten Segmenten bestehend, welche den Winkeln zufolge die Fläche $s(111)$ und die ihr nahe parallele Fläche $\bar{\sigma}_b$ d. i. σ in Zwillingsstellung nach $b(010)$ ist (vergl. Diagramm).

s σ
σ_b
e e'

$\sigma s\ = 58^0\ 34—58^0\ 50'$ beob. $58^0\ 47'$ monokl. gerechn.

$\sigma\bar{\sigma}_b = 59\ \ 3'$ $59\ \ 4$

Ist aber in einem speciellen Falle mit Sicherheit nachgewiesen, dass die Pyramidenflächen durch eine Umlagerung der Partikeln nach $b(010)$ influencirt werden, so ist auch hierdurch das die Pseudosymmetrie der Pyramide hervorrufende Gesetz erkannt. Während die positive Pyramide $s(111)$ selten zu erkennen ist, dominiren fast immer $\sigma\bar{\sigma}_b$. Diese Flächen der Pyramiden liegen schliesslich in den meisten Fällen unsymmetrisch gegen die Prismenflächen. Als Beispiel diene Krystall 9, mit den auf nebenstehendem Diagramm notirten Flächen.

(c) M
$\bar{\sigma}'_b$ σ
e $\bar{e}_c'$ (a')
$\bar{e}_c$
$\bar{\sigma}_b$

	beob.	monokl. gerech.		beob.	monokl. ger.
$M\sigma$ =	44° 44′	44° 37′	$\sigma \bar{e}'_c$ =	30° 30′	30° 23′
$M\bar{e}'_c$ =	66 6	66 9	$\bar{\sigma}_b \bar{e}'_c$ =	31 22	31 27
Me =	— 67 5	67 0	$\bar{\sigma}'_b e$ =	30 20	30 23
$\sigma\bar{\sigma}_b$ =	62 0	61 50	$\bar{\sigma}'_b \bar{e}_c$ =	31 34	31 27
$\sigma\bar{\sigma}'_b$ =	59 15	59 4	$\bar{\sigma}_b \bar{e}_c$ =	72 50	72 46
$\bar{\sigma}_b \bar{\sigma}'_b$ =	90 53	90 46	$\bar{\sigma}_b e$ =	73 24	73 20

Jeder der von mir untersuchten Krystalle lieferte ähnliche Werthe, nur der oben erwähnte Krystall 10 bietet einen complicirteren Bau dar. Derselbe, scheinbar einfach, besteht aus zwei mit einander verwachsenen Hälften. Die untere mit 1 signirt ist in normaler Stellung; die obere mit 2 bezeichnet in Zwillingsstellung nach $a(100)$. Die Pyramiden jeder Hälfte sind ferner noch in Zwillingsstellung nach b_1 oder b_2 (vgl. Diagramm). Die früher unerklärlichen Winkel (vgl. pag. 23) der scheinbar vicinalen Flächen $\sigma_2\, \sigma_2$ stimmen mit dieser Annahme.

(c_2) M_1 σ_2 $(\bar{\sigma}_2)_b$ (b) e' (a') σ_1 $(\bar{\sigma}_1)_b$ $\bar{M}'_c$

	beob.	monokl. gerechn.		beob.	monokl. ger.
$a' c_2 = a' \bar{c}_a$	—	89° 4′	$M_1 \sigma_2$ =	87° 36′	87° 16′
$a' M_1$	—	47 8	$\bar{M}'_1 \bar{\sigma}_2$ =	90 17	90 22
$M\bar{M}'_c$	92° 24′	92 24	$\bar{\sigma}_1 \bar{\sigma}_2$ =	60 31	60 46

Ich beende hiermit die Aufzählung der morphologischen Daten; und erwähne schliesslich, dass ich als meine Aufgabe nicht die Bestimmung des Krystallsystems, wie man fälschlich glauben könnte, sondern die Bestimmung der Lage der wirklich vorkommenden Flächen betrachtete. Das Parametersystem ist für mich nur eine Rechnungsgrösse, die aus den gegebenen Daten mit strenger Consequenz abzuleiten ist.

Die nach aussenhin bemerkbaren Differenzen der Flächenlage von wahrer trimetrischer Symmetrie geben sich in den Dünnschliffen kaum zu erkennen. Zu letzteren wurden namentlich die etwas grösseren, aber matten Krystalle von Cornwall benutzt. Nach zahlreichen Messungen betrüge die grösstmögliche Deviation der Hauptschwingungsrichtung $(\mathfrak{a})$ von der Krystallaxe X $1\frac{1}{2}$ Grad. Beispielsweise folgende Aufschreibungen.

Platte 4, parallel (010). $M_1\, M_2$ bilden den Contour.

$M_1 : M_2 = 88°\ 6'$ Körperwinkel

Hauptsch. $(\mathfrak{a}) : M_1 = 45\ 45$ $\quad : M_2 = 42°\ 21'$

Die Deviation der Schwingungen gegen die Halbirungslinie des Winkels $M_1\, M_2$ (Axe X) beträgt also 1° 42′. An anderen Platten fällt diese Deviation innerhalb der Grenzen des Einstellungsfehlers, welcher bei den so tief gefärbten Kupferphosphaten relativ beträchtlich ist.

Die Axenfarben sind für Schwingungen parallel X $(\mathfrak{a})$ grünlichblau; für Z und Y nahe gleich gelbgrün.

Alle Dünnschliffe zeigen ein eigenthümliches Gefüge der Substanz, sie erinnern an Wellen der bewegten See, an Mondlandschaften, oder an eine mit zahllosen muschligen Bruchflächen übersäte Platte. Im Gegensatze zu Libethenit zeigen die Lunnitkrystalle ein vollkommen homogenes Gefüge. An Libethenit kann nur ein vielfacher Wechsel der einzelnen Molecüle in normaler und Zwillingsstellung diese Erscheinung hervorrufen. Hierdurch muss aber auch eine etwa vorhandene grössere Deviation der Hauptschwingungen compensirt werden.

Am markantesten tritt der Unterschied zwischen diesem besprochenen trüben, fast sandsteinartigen Gefüge und wahrer Krystallstructur am Präparate 3 (Cornwall) hervor. Hier sind in Mitte der welligen Masse polysynthetische Lamellen eingelagert, deren Contour scheinbar parallel M und σ verläuft (vergl. Fig. 9). Sie bestehen, durch Licht und Schatten erkennbar, aus auf- und absteigenden Flächensystemen (ähnlich Plagioklas) und bieten ein klares homogenes Feld smaragdgrüner Farbe dar.

Aeltere Beobachtungen. Polydymie. S. 20 ward erwähnt, dass die Winkelangaben früherer Autoren nicht untereinander übereinstimmen. Diese Differenzen lassen sich aber jetzt erklären, nachdem es sichergestellt, dass in der Zone $amMc$ monosymmetrischer Charakter vorwaltet. Die früheren Beobachtungen waren genau, aber nicht zahlreich genug, um den Bau des Krystalls zu verstehen.

Rose; Libethen:	$ee' = 109^0\ 52'$	Schrauf; monokl.:	$ee' = 109^0\ 52'$
			$m\overline{m}_a = 92\ 18$
	$mm' = 92\ 20$		$M\overline{M}_c = 92\ 24$
Rose; Nischne T.:	$mm' = 95\ 24$		$\overline{M}_a\overline{m}_c = 95\ 9$
(Phillips 95° 15'; Mohs 95 5)			
	$me = 112\ 48$		$\overline{M}_a e = 113\ 0$
			$\overline{m}_c e = 112\ 36$
	(Phillips 112 15)		

Diese älteren Beobachtungen bedürfen daher zu ihrer Erklärung nicht nothwendig der Annahme einer zweiten Species mit differenten Winkeln. Es genügt hierzu weit besser das Studium der vicinalen Flächen und der Pseudosymmetrie unsers Minerals.

Meine Untersuchungen über den Bau der Mineralien führten mich schon seit langem zu dem Resultate: dass die äussere Begrenzung eines selbst scheinbar homogenen Körpers nicht immer durch Partikeln (Flächen) in normaler Stellung erfolgt, sondern dass auch Molecüle (Flächen) in gewendeter Stellung (Zwillingsstellung) an dem Aufbau der äussersten Schichte theilnehmen und sich in diese — ohne ein neues Individuum zu erzeugen, glatt und eben einfügen. So treten positive Flächen an die Stellen von negativen, oder umgekehrt, und erzeugen Pseudosymmetrie. Meine Publi–

cationen liefern zahlreiche, nicht durch Worte, sondern durch Messungen constatirte Fälle solcher Umlagerungen der einzelnen äusseren Krystallpartikeln. Diese können vor sich gehen, ohne den inneren bereits fertigen Krystallkern zu influenciren. Diese Inhomogeneität des äusseren Contour bildet gleichsam den Gegensatz zu der allbekannten Erscheinung, dass glatte ebene Flächen einen ganz inhomogenen Krystallkern zu umschliessen vermögen.

Von den gewöhnlichen polysynthetischen Zwillingen unterscheiden sich also die eben besprochenen mehrfachen Zwillingsgebilde dadurch, dass bei letzteren die einzelnen Zwillingsmolecüle sich nicht zu vollen Individuen entwickeln konnten, sondern nur zur Bildung partieller Theile der Flächen verwendet wurden. Aber der Einfluss der Zwillingsstellung ist durch die Messung eben so leicht zu constatiren, als wenn einzelne Individuen vorlägen. Das Gesetz der Zwillingsstellung ist ein gleiches, nur die Zahl der hiervon betroffenen Molecüle eine verschiedene, die Bauweise eine andere. Um von den gewöhnlichen polysynthetischen Gruppirungen jene Zwillingsbildung zu unterscheiden, welche sich, bei scheinbar homogenem Krystallkern durch die molecularen Umlagerungen der Flächensegmente, also Zwillingsstellung in der äussersten Zone. verräth, nenne ich letztere Erscheinung »Polydymie«.

Thrombolith.

Dieses Mineral haben Breithaupt und Plattner 1838 als ein Kupferphosphat beschrieben*). Breithaupt's Angaben stimmen vollkommen überein mit den morphologischen Eigenschaften jener Fragmente, welche unser Museum besitzt. Ich füge nur hinzu, dass sich die Substanz unter dem Mikroskope als gelbgrün, homogen, apolar erweist. Breithaupt giebt $D = 3{,}381 - 3{,}401$ an. Ich fand das Volumgewicht nach sorgfältigem Entfernen der Luft zu $D = 3{,}668$. Plattner bestimmte Wasser und Kupfergehalt ($H_2O = 16{,}8$; $CuO = 39{,}2$) und hält den Rest für Phosphorsäure, gestützt auf die angegebene Reaction, dass das Mineral mit Borsäure und Eisen behandelt, Phosphoreisen bildet. In der Deutung dieser letzten Reaction muss Plattner nicht vorsichtig genug gewesen sein, denn die Prüfung mit Molybdän zeigt mir, dass nicht einmal Spuren von Phosphor- oder Arsensäure vorhanden sind. Ebenso fehlt Schwefel- und Kohlensäure, auch Chlor. Die auf letzteren Grundstoff gedeutete blaue Löthrohrflamme ist durch den Antimongehalt dieses Kupfererzes hervorgerufen.

Da manche Chrysocollavarietäten dem Thrombolith ähnlich sehen, beide Substanzen sich überdiess gegen kalte Säuren ziemlich gleich verhalten, so

*) Breithaupt, J. f. pr. Chemie **15**, 320.

erwähne ich hier das charakteristische Unterscheidungsmerkmal. Beide Substanzen geben an kalte Salzsäure ihren Kupfergehalt ab, es bleibt ein Skelett, bei Chrysocolla von weisser, bei Thrombolith von gelblichweisser Farbe, beim Sieden löst sich nur das letztere, langsam aber beinahe vollständig auf. Es ist Antimontrioxyd mit etwas -Pentoxyd.

Zur Analyse konnten nur 0,25 Gr. verwendet werden. Das gut lufttrockene Pulver gab im Exsiccator über Schwefelsäure 1,12% ab. Der Verlust bei 100° C. beträgt 3,21%. bei 200° C. 7,21%, bei Dunkelrothgluth 16,56% — hier Alles bezogen auf gut lufttrockene Substanz. Bei Rothgluth schmilzt das Mineral, und die Schmelze hat schmutzig-röthlichbraune Farbe. Die hierdurch angedeutete partielle Desoxydation von CuO, sowie die eventuelle Bildung von Sb_2O_4 müssen den Glühverlust beeinflussen. In Späterem wird er wohl dem Wassergehalte gleichgesetzt, ohne dass hierdurch die absolute Gleichheit beider ausgesprochen wäre. Da ein geringer Bruchtheil in Salzsäure unlöslich war, so wurde die Lösung eingedampft. Unlöslicher Rückstand gewogen als $Sb_2O_4 = 6{,}32\%$. Kieselsäure fehlt. Kupfer ward mit Rhodankalium, Antimon durch H_2S gefällt. Wegen der leichten Schmelzbarkeit der Substanz, wegen der fast vollkommenen Löslichkeit nehme ich an, dass Antimontrioxyd den Hauptbestandtheil bildet. Unter dieser Voraussetzung zeigt die Analyse einen merkbaren Verlust, welcher bei Annahme von Sb_2O_5 verschwinden würde, der aber jedenfalls dem Antimongehalt zuzurechnen ist. Die Analyse gab daher:

Glühverlust (H_2O) =	16,56		[Plattner 16,8]
CuO =	39,44		[Plattner 39,2]
Fe_2O_3 =	1,05		
Sb_2O_5 (aus Sb_2O_4) =	6,65	}	
Sb_2O_3 (aus Sb_2S_3) =	32,52	} $Sb_2O_3 + Sb_2O_5 = 42{,}95$	
Totalverlust (Sb_2O_3?) =	3,78	}	
	100		

Am nächsten entspricht diesen Zahlen eine Combination der Molecüle ($10\ CuO + 3\ Sb_2O_3 + 19\ H_2O$). Ob hier ein Gemenge gewässerter Oxyde oder eine wahre Kupferantimonoxydverbindung vorliegt, ist discutirbar, doch ist wegen der Homogeneität der Substanz nur letzteres wahrscheinlich. Die Rechnung liefert*):

$10\ CuO = 39{,}464$
$3\ Sb_2O_3 = 43{,}539$
$19\ H_2O = 16{,}997$

*) Wäre nur Antimonpentoxyd vorhanden, so gäbe die analoge Formel

$10\ CuO = 37{,}67$
$3\ Sb_2O_5 = 46{,}11$
$19\ H_2O = 16{,}22$

Zahlen die mit der Analyse noch in erträglicher Uebereinstimmung sind.

Die früher vielfach ignorirte Gruppe der Antimoniate und Antimonite (Rammelsberg) gewinnt nun im Thrombolith ein neues und paragenetisch wichtiges Glied. Es sind jetzt bereits bekannt die Antimonverbindungen

von Kalk:	Atopit, Romeit
Blei:	Bindheimit, Monimolit
Eisen:	Stibioferrit
Quecksilber:	Barcenit, Ammiolit
Kupfer:	Thrombolith von Rezbanya
	Partzit von Californien
	Stetefeldit von Peru, Nevada
	Rivotit von Lerida (Spanien).

Die vier letztgenannten Mineralien haben eine ähnliche Constitution. Namentlich stimmt mit Thrombolith der von Ducloux*) aufgestellte Rivotit überein, welcher gleichen Strich (gelbgrün), gleiches Vorkommen auf Kalk mit etwas Malachit, gleiche Dichte 3,55 — 3,62, gleichen Kupfergehalt $CuO = 39,5$ und fast gleichen Antimongehalt $Sb_2O_5 = 42,0$ — wie Thrombolith besitzt. Ducloux giebt aber für Rivotit keinen Wassergehalt, sondern nur Kohlensäure als constituirenden Bestandtheil an. Thrombolith löst sich ohne Entwicklung von Gasblasen, während Ducloux solche beobachtete. Zur Verification der Thatsache, dass dieselben wirklich nur CO_2 waren, bedarf es jedenfalls erneuter Versuche.

Durch die Constatirung des Antimongehaltes im Thrombolith gewinnen aber die Bemerkungen Peters' über dessen Paragenesis erhöhten Werth. Er sagt in seiner Monographie von Rezbanya**) über unser Mineral: »Derbes Fahlerz mit eingesprengten Quarzkörnchen, im erzführenden Kalkstein sitzend, wurde, anstatt sich allsogleich in Azurit umzusetzen, in amorphen Thrombolith (Kupferphosphat Peters) umgewandelt. Die unzersetzten Reste desselben und des angrenzenden Thrombolith wurden hierauf von einer wenig intensiven Carbonatbildung ergriffen, der eine Silicatbildung auf dem Fusse folgte.« — Die Neubildung eines Phosphates aus Fahlerz kann nur durch eine Reihe secundärer Zersetzungen eingeleitet werden. Weit einfacher gestaltet sich der Vorgang in der Natur. Die Oxydation des kupferantimonreichen Fahlerzes in Verbindung mit der Affinität des Muttergesteins Kalk zur Schwefelsäure, wodurch letzteres Oxydationsproduct in Form von Gypslösung weggeschafft wird — genügt, um in situ jedes Fahlerzknötchen mit einer Hülle von Thrombolith zu umgeben.

Der Vorgang des Vitriolescirens ist in allen seinen Phasen studirt. In Zukunft wird man auch den Oxydationsproducten der Antimonerze erhöhte Aufmerksamkeit schenken müssen.

---

*) Compt. rend. 1874, 78, 1472.

**) Sitzb. Wien. Acad. 1861, vol. 44.

Veszelyit.

Vorläufige Untersuchungen ermöglichten die Aufstellung dieser Species (Schrauf 1874). Seitdem kam neues Material mir (jetzt U. M.) zu Handen, und so konnte ich die früheren Beobachtungen in wesentlichen Punkten vervollständigen.

Veszelyit bildet dünne Krusten, welche theils auf unzersetztem Granatfels, theils auf dessen Zersetzungsproduct Brauneisen aufsitzen. Sie sind plattenförmig, rindenartig über das Muttergestein gelagert und bestehen aus einem körnigen Aggregate undeutlich krystallisirter Individuen. In einzelnen Fällen tritt auch Chalcedon als Begleiter auf, doch überlagert er unser Mineral nicht. Einzelne verstreute kleine Veszelyite zeigen schön entwickelte Krystallform. Farbe und Strich grünlichblau, Härte 3,5—4. Das Volumgewicht als Mittel mehrerer Versuche 3,531. Die Krystallform einfach, scheinbar monosymmetrisch. Die etwas grösseren Krystalle umschliessen meist Knötchen von Brauneisen, sind deshalb wenig consistent, und zerbröckeln beim Schleifen. Ihre Gestalt wird gebildet durch das vorherrschende Prisma $e\varepsilon$ (110) in Combination mit dem Doma mM (011); die Pyramide σ ($\bar{1}21$) ist selten, das Querdoma δ ($\bar{2}01$) nur einmal beobachtet. Eigenthümlicherweise sind die Winkel $e\varepsilon$, mM nahe ident den gleichbezeichneten Werthen am Libethenit. Auch Adamin, das Zinkarseniat, hat ähnliche Winkel. An unserm Mineral sind aber die Kanten $e\,\varepsilon : m\,M$ zu einander so beträchtlich (76° 10′) geneigt, dass man mit freiem Auge diesen charakteristischen Unterschied gegen Libethenit wahrnimmt (vergl. Fig. 10).

Triklines Parametersystem:

$$a : b : c = 0{,}7101 : 1 : 0{,}9134$$
$$\text{oder } 1 : 1{,}4082 : 1{,}2863.$$
$$\alpha = 89^0\,31' \qquad \beta = 103^0\,50' \qquad \gamma = 89^0\,34'.$$

			a (100)	b (010)	c (001)
a	(100)	$\infty\bar{P}\infty$		89° 26′	76° 10′
b	(010)	$\infty\breve{P}\infty$	— 90° 34′		89 24
c	(001)	oP	— 103 50	— 90 36	
e	(110)	$\infty P'$	35 11	54 15	
ε	(1$\bar{1}$0)	$\infty' P$	35 34	— 55 0	
m	(011)	$,\breve{P}'\infty$		47 15	42 9
M	(0$\bar{1}$1)	$'\breve{P},\infty$		— 47 55	42 51
σ	(1$\bar{2}\bar{1}$)	$2,\breve{P}2$	63 38	— 38 2	— 72 8
δ	(20$\bar{1}$)	$2,\bar{P},\infty$	22 35		— 81 15

Zwillingsstellungen der Flächen wurden beobachtet sowohl nach b (010), als nach a (100).

Krystall 21. m (011), e (110), ε (1$\bar{1}$0), $\bar{m}_b$; $\bar{m}_b$ circa parallel (0$\bar{1}\bar{1}$).

	beob.	gerechn.		beob.	gerechn.
$e\varepsilon$	70° 43′	70° 45′	$m\bar{m}_b$	85° 33′	85° 30′
me	57 19	57 23	$\bar{m}_b\varepsilon$	57 48	57 47
$m\varepsilon$	104 3	104 13	$\bar{m}_b e$	104 48	104 43

Krystall 22. e (110), ε (1$\bar{1}$0), m (011), M (0$\bar{1}$1), $\bar{m}_b$; $\bar{m}_b$ circa parallel (0$\bar{1}\bar{1}$) bildet mit M eine scheinbare Fläche, die in der Mitte einen einspringenden Winkel zeigt.

	beob.	gerechn.		beob.	gerechn.
mM	84° 47′	84° 50′	$m\bar{m}_b$	85° 29′	85° 30′
me	57 19	57 23	$e\varepsilon$	70 51	70 45
Me	104 16	104 20	$\bar{m}_b e$	104 41	104 43

Die Flächen σ ($\bar{1}$21) und δ ($\bar{2}$01) sind gekrümmt und erlauben nur approximative Messungen:

Krystall 10. m' (0$\bar{1}\bar{1}$), M' (01$\bar{1}$), e (110), $\bar{e}_a$ circa parallel (1$\bar{1}$0), δ (20$\bar{1}$).

	beob.	gerechn.		beob.	gerechn.
$e\bar{e}_a$	70° 17′	70° 22′	$M'm'$	84° 42′	84° 50′
$M'e$	75 25	75 40	$M'\delta$	84 10′	83 35

Krystall 4. e (110), ε' ($\bar{1}$10), m (011), M' (01$\bar{1}$), σ' ($\bar{1}$21). σ' liegt in der Zone $m\varepsilon'$ und bildet eine Abstumpfung der Kante.

	beob.	gerechn.		beob.	gerechn.
$m\sigma'$	40° 50′	41° 4′	$\varepsilon'\sigma'$	34° 43′	34° 43′
$\sigma'e$	84 circa	84 38	$\sigma'M' = 71^1/_2$		72 10

Der chemische Charakter unseres Minerals ward durch eine erneute Analyse festgestellt. Das mir jetzt vorliegende Material zeigt neben Kupfer noch Zink, neben Phosphorsäure noch Arsensäure. Das jetzt gefundene Procentverhältniss von Metall, Säure, Wasser, stimmt wohl annähernd mit meinen früheren (1874) Angaben, allein die damals vermuthete einfache Formel genügt nicht, und ist durch die unten gegebene zu ersetzen:

Zur jetzigen Analyse wurden verwendet nur 0,0956 Gr. über Schwefelsäure getrocknetes Pulver. Glühverlust bei 150° C. = 2,30%, bei 200° C. = 4,39, bei Rothgluth 17,05%. Hierbei wird die Substanz schwärzlichgrün. Kupfer und Zink als Cu_2S resp. ZnS gefällt und gewogen. Das geglühte Schwefelzink ist vollkommen löslich und frei von Phosphorsäure, Thonerde, Mangan, Kieselerde, und enthält nur Spuren von Eisen. Arsen- und Phosphorsäure wurden mit Magnesia gefällt, mitsammen gewogen ($Mg_2R_2O_7$ = 28, 14%) und hierin ihr relatives Verhältniss, welches circa 1 : 1 ist, durch Molybdänlösung annähernd zu ermitteln gesucht.

	beobachtet %		gerechnet
CuO	37,34	$9\,CuO$	37,68
ZnO	25,20	$6\,ZnO$	25,62
P_2O_5	9,01	P_2O_5	7,48
As_2O_5	10,41	As_2O_5	12,13
H_2O	17,05	$18\,H_2O$	17,08
	99,01		100,00

Nach diesem Resultate besteht Veszelyit aus

$$\left\{\begin{array}{l} Zn_3As_2O_8 + 3\,Zn(HO)_2 + 3\,H_2O \\ Cu_3P_2\;O_8 + 3\,Cu(HO)_2 + 3\,H_2O \\ \qquad\quad\;\; + 3\,Cu(HO)_2 + 3\,H_2O \end{array}\right\}$$

Ich habe hier mit Absicht das Zinkarseniat von dem Kupferphosphat getrennt, weil dadurch die Verwandtschaft unseres Minerals zu Libethenit und Adamin sich in der Formel erkennen lässt. Diese Verwandtschaft giebt sich (vergl. oben) schon von vornherein durch die Analogie der Winkelverhältnisse zu erkennen.

Der Fundort unseres Minerals ist Morawicza bei Bogsan im Banat. Daselbst sind die Eisensteinlager das Object der bergmännischen Ausbeutung. Sie gehören dem grossen Zuge des Banatits an, welcher sich von Dognacska bis Bogsan erstreckt. Ihrer Genesis nach sind diese Eisenerzvorkommnisse Contactbildungen an der Grenze von Banatit, Kalk, Glimmerschiefer. Ein Theil der abbauwürdigen Erzmittel besteht vorherrschend aus Brauneisen, ein anderer aus Magneteisen mit Granatfels. Einer Kluftausfüllung im Granatfels gehört auch unser Veszelyit an.

Für die Kupfererze sind die Fundorte im Banat seit Langem bekannt, berühmt, wichtig. Dognacska, Moldawa, Orawicza, Szaszka lieferten prachtvolle Stufen. Seit Herr Bergingenieur Veszelyi den Bergbau von Morawicza leitet, tritt auch dieser Fundort in die Reihe der wichtigen Localitäten. Der Aufmerksamkeit des genannten Herrn verdanken wir die Kenntniss von dem Vorkommen des Ludwigit, Greenockit, sowie der Kupferzinkmineralien: Aurichalcit und Veszelyit. Letzteres habe ich daher nach ihm benannt.

Mineral. Museum Univers. Wien, 28. April 1879.

II. Ueber die chemische Zusammensetzung des Arfvedsonits und verwandter Mineralien.

Von

C. Dölter in Graz.

1. Arfvedsonit.

Die geringe Uebereinstimmung der bisher ausgeführten Analysen veranlasste mich, eine neue Untersuchung des Arfvedsonit anzustellen.

Die krystallographische Untersuchung dieses Minerales ergiebt, dass dasselbe in die Amphibolgruppe zu stellen sei, indem die Spaltbarkeit einem Prisma, welches dem der Hornblende nahe kommt, parallel geht; eine Bestimmung der Dimensionsverhältnisse ist bei dem Mangel an gut ausgebildeten Krystallen nicht möglich gewesen. An den mir vorliegenden Stücken von Arfvedsonit, der mit Eudialyt vergesellschaftet war, fand ich nur Krystalle ohne Endflächen, die die Combination des Prismas mit einer Längsfläche zeigten. Die starke vertikale Riefung derselben gestattete keine Messung mit dem Reflexionsgoniometer.

Es wurden von mir zwei verschiedene Vorkommen von Arfvedsonit untersucht, beide von Kangerdluarsuk in Grönland stammend; das eine wurde einer Stufe entnommen, die hauptsächlich aus Eudialyt besteht; es sind stängelige Massen, zum Theil unvollkommen ausgebildete säulenförmige Krystalle von Arfvedsonit, die ziemlich frisch sind; die bei demselben vorhandenen Beimengungen von Eudialyt und Feldspath konnten fast gänzlich entfernt werden, und die nicht trennbaren konnten jedenfalls nur einen sehr unbedeutenden Fehler in den Daten der Analyse hervorbringen.

Die Methode der Analyse war die übliche; das Eisenoxydul wurde durch Titrirung bestimmt, nachdem das Mineral durch Flusssäure und Schwefelsäure nach der von mir angegebenen Methode aufgeschlossen worden war*).

---

*) Fresenius, Zeitschrift für analytische Chemie 1878.

Die Analyse ergab folgende Resultate (I), neben welche ich die von Rammelsberg (II) und Kobell (III) erhaltenen Daten stelle.

	I	II	III
SiO_2	52,22	51,22	49,27
Fe_2O_3	28,15	23,75	14,58
FeO	5,35	7,80	23,00
Al_2O_3	0,64	Spur	2,00
MnO	0,54	1,12	0,62
CaO	2,19	2,08	1,50
MgO	1,45	0,90	0,42
Na_2O	10,11	10,58	8,00
K_2O	0,34	0,68 *)	— **)
	100,99	98,29	99,63

Berechnen wir den Kaligehalt auf Orthoklas, da die Annahme, derselbe werde durch Beimengung aus letzterem Mineral hervorgebracht, eine sehr wahrscheinliche ist:

K_2O	0,34
Al_2O_3	0,40
SiO_2	1,23
	1,97

Was den übrigen Thonerdegehalt anbelangt, so könnte er in zweierlei Formen vorhanden sein: ähnlich wie die Thonerde im Augit, als:

$CaMgAl_4Si_2O_{12}$ oder als:
$Na_2Al_2Si_4O_{12}$

doch ist die Menge zu unbedeutend um eine Berechnung zu ermöglichen.

Nehmen wir an, dass MgO, CaO, FeO an Kieselsäure gebunden sind, so entsteht hier die Frage, wie wir uns solche Silicate constituirt denken. Die Thatsache, dass viele einfache, in den Amphibolen vorkommende Silicate ident sind mit den im Augit gefundenen, könnte vielleicht zur Annahme führen, dass überhaupt die Silicate des Amphibols gleich zusammengesetzt sind mit denen des Pyroxens; diese Hypothese dürfte demnach bei weiteren Studien über den Amphibol nicht aus dem Auge zu lassen sein. Bei dem Tremolit ergeben uns die Analysen eine Zusammensetzung, die der Formel $CaMg_3Si_4O_{12}$***) entspricht.

Es ist nun möglich, dass diese Formel in zwei zerfällt, nämlich in

$$\left.\begin{matrix} CaMgSi_2O_6 \\ MgMgSi_2O_6 \end{matrix}\right\}$$

*) Dazu 0,16 Glühverlust.

**) Dazu 0,24 Chlor.

***) Tschermak, Ueber Amphibol und Pyroxen, in dessen Min. Mittheil. 1871, 17.

doch wäre es in diesem Falle merkwürdig, dass stets dieselbe Mischung in den verschiedensten Tremoliten vorkommen sollte, weshalb die Annahme, dass im Tremolit wirklich das Silicat $CaMg_3Si_4O_{12}$ vorhanden ist, an Wahrscheinlichkeit gewinnt. Wie dem auch sei, wir können immerhin die Anwesenheit einer Beimengung von $CaMg_3Si_4O_{12}$ und $CaFe_3Si_4O_{12}$ voraussetzen; dann erfordern:

MgO	1,30	FeO	3,45
CaO	0,60	CaO	1,50
SiO_2	2,60	SiO_2	6,40
	4,50		11,35

Demnach verbleiben Rest:

SiO_2	41,88
Fe_2O_3	28,45
MnO	0,54
Na_2O	10,11
MgO	0,15

Es ist demnach dieser Rest hauptsächlich aus dem Aegirinsilicat gebildet: $Na_2Fe_2Si_4O_{12}$, welches erfordert:

10,11	Na_2O
26,10	Fe_2O_3
39,12	SiO_2
75,33	

Es verbleiben demnach:

SiO_2	2,68
FeO	0,30
Fe_2O_3	1,84
MnO	0,55
MgO	0,20

Es würde dies ungefähr dem Silicat $MnO.CaO.Fe_2O_3.4SiO_2$ entsprechen, welches dem Tremolitsilicat isomorph ist; 1,84 Fe_2O_3 erfordern 0,18 CaO, welche also in der früheren Berechnung in Abzug zu bringen wären, und ebenso wäre dann eine entsprechende Menge von $FeO.SiO_2$ zu dem Eisenoxydulsilicat hinzuzuschlagen; indessen will ich mich bei dem Umstande, dass die Zahlen der Analyse doch nur approximative sind, auf solche Berechnungen nicht einlassen; bemerkt muss jedoch werden, dass, wie man auch rechnet, etwas $MgSiO_3$ oder $FeSiO_3$ im Ueberschuss bleibt, und zwar ergiebt eine annähernde Berechnung 2—4 Procent einer dem Anthophyllit chemisch identen Verbindung. Jedenfalls geht aus der Berechnung hervor, dass der Hauptbestandtheil des Arfvedsonits das Silicat

$Na_2Fe_2Si_4O_{12}$ ist, dass ausserdem $CaMg_3Si_4O_{12}$ und $CaFe_3Si_4O_{12}$ in schwankenden Mengen vorkommen (1,2—1,5 Proc.), wozu dann noch einige Procente von $MgFe_2\overset{III}{Si_4}O_{12}$, $CaFe_2Si_4O_{12}$ und $MnFe_2Si_4O_{12}$ kommen.

Die zweite Varietät, welche ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, war etwas abweichend; es war ein grössere stengelige Massen bildendes, parallelfaseriges, schwarzgrünes Mineral, das nach zwei Richtungen spaltbar ist.

Die Dünnschliffe desselben ergeben eine Verunreinigung des Arfvedsonits durch ein augitähnliches, blassgrünes bis blassgelbes Mineral, das wiederum etwas Biotit enthält. Die Spaltbarkeit des blassgrünen Minerals weist auf Augit hin; das Mineral findet sich zum Theil auf Quersprüngen, theils ist es in der Faserung des Arfvedsonits parallelen Theilchen eingestreut.

Die auf Quersprüngen eingelagerten Partikeln können leicht entfernt werden, dagegen bleibt in den parallel der Faserung eingestreuten ein nennenswerther Theil übrig, weshalb auch diese Analyse zur Berechnung nicht tauglich ist.

Es wurden zwei Analysen ausgeführt, welche folgende Resultate ergeben:

	I.	II.	Mittel:
SiO_2	49,99	49,83	49,91
Fe_2O_3	22,98	22,68	22,83
FeO	13,78	14,11	13,95
Al_2O_3	1,11	1,37	1,24
CaO	1,64	1,82	1,72
MgO	0,18	0,27	0,21
MnO	0,32	0,52	0,42
Na_2O	9,49	—	9,49
K_2O	0,32	—	0,32
	99,81		100,09

Bei diesen Analysen ist die Uebereinstimmung mit den von der Theorie verlangten Daten eine weniger befriedigende, und kann die Berechnung auch nicht so genau sein, da eine Beimengung constatirt wurde.

Wir können auch hier wieder den Kaligehalt von 0,32 als von Orthoklas herrührend ansehen, und daraus die betreffende Menge dieses Minerales berechnen.

SiO_2	1,18
Al_2O_3	0,36
K_2O	0,32
Orthoklas	1,86

Was den überschüssigen Thonerdegehalt anbelangt, so könnte er als $Na_2 Al_2 Si_4 O_{12}$ vorhanden sein; wegen der möglichen Beimengung von Thonerde-Augit lässt sich keine genaue Berechnung machen, doch dürften immerhin 2—2½ Proc. jenes Silicats vorhanden sein, die circa ½ Procent Natron in Anspruch nehmen; dann ergeben sich für die durch die Analyse bestimmte Natronmenge 35 $Si O_2$ und 23 $Fe_2 O_3$, im Ganzen circa 67 Proc. $Na_2 Fe_2 Si_4 O_{12}$. Es verbleibt demnach ein Rest von circa:

$Si O_2$	13	Procent
$Fe O$	13,88	
$Mg O$	0,22	
$Mn O$	0,42	
$Ca O$	1,99	

Wegen der vorhandenen Augitbeimengung verzichte ich auf eine weitere Berechnung, da dieselbe doch nicht genau sein könnte. Jedoch lässt sich erkennen, dass in jedem Falle ein Ueberschuss von $Fe Si O_3$ bleibt, wenn man auch einen Theil der $Mg O$ und $Fe O$ mit $Ca O$ und wohl auch eine geringe Menge von $Al_2 O_3$ dem Pyroxenminerale zuschreiben muss. Selbstverständlich ist es nicht möglich, den ganzen Rest auf Rechnung des beigemengten Pyroxens zu schieben, weil die Beimengung fast den dritten Theil des Minerals ausmachen müsste, was nicht zu constatiren ist.

Es besteht demnach dieser Arfvedsonit zum grössten Theil aus $Na_2 Al_2 Si_4 O_{12}$, wozu $Ca \overset{II}{R}_3 Si_4 O_{12}$ kommen können, und aus mehreren Procenten $Fe Si O_3$; dazu tritt dann die keinesfalls 10 Procent überschreitende mechanische Beimengung eines diallagähnlichen Minerals.

2. Glaukophan.

Die krystallographische Uebereinstimmung dieses Minerals mit der Hornblende wurde erst neuerdings durch Bodewig*) bestätigt. Analysen wurden von Demselben und von Lüdecke ausgeführt; die übrigen sind wegen Mangels an Eisenoxydulbestimmungen wenig brauchbar. Die Analyse Bodewig's lässt sich dahin berechnen, dass das Silicat $Na_2 Al_2 Si_4 O_{12}$ die Hälfte des Minerals ausmacht, während das Uebrige auf $Ca Mg_3 Si_4 O_{12}$ und $Ca Fe_3 Si_4 O_{12}$ und endlich auf $\overset{II}{R}_4 Si_4 O_{12}$ zu vertheilen ist; endlich findet sich noch ein Eisenoxydsilicat, dessen Formel der früher angenommenen entsprechen dürfte, doch scheint die Eisenoxydbestimmung Bodewig's nicht ganz tadellos**), weshalb ich auf eine Berechnung verzichte; jedenfalls weist auch diese Analyse vom Zermatter Glaukophan nach, dass sowohl

*) Pogg. Ann. **158**, 224.

**) Vergl. Suida, in Tschermak's mineralogischen Mittheilungen 1876, S. 175.

ein dem im Spodumen gefundenen identes Thonerde-Natriumsilicat als auch Tremolit- und Anthophyllit-ähnliche Silicate vorkommen.

Die Analyse des Glaukophans von Syra führt zu noch besseren Resultaten; Lüdecke erhielt*):

$Si\,O_2$	55,64
$Al_2\,O_3$	15,11
$Fe_2\,O_3$	3,08
$Fe\,O$	6,85
$Mn\,O$	0,56
$Mg\,O$	7,8
$Ca\,O$	2,4
$Na_2\,O$	9,34

er berechnet:

$$Si_{21}\,Al_6\,\overset{III}{Fe_2}\,\overset{II}{R_6}\,Na_6$$

Berechnet man aus Lüdecke's Daten den Gehalt an $Na_2O.Al_2O_3.4SiO_2$, so ergiebt sich 62 Proc. desselben, ein kleiner Theil des Natrons ist dabei vielleicht an Eisenoxyd gebunden, da Na_2 gegenüber der Thonerde im Ueberschuss bleibt; der Rest kann gerade so wie beim Arfvedsonit als aus $Ca\,Mg_3\,Si_4\,O_{12}$ oder $Ca\,Fe_3\,Si_4\,O_{12}$ mit überschüssigem $Fe\,Si\,O_3$ und $Mg\,Si\,O_3$ gedacht werden; es ergiebt also diese Analyse ein ähnliches Resultat, wie die des Arfvedsonits, nur dass das Silicat $Na_2\,Fe_2\,Si_4\,O_{12}$ in kleineren Mengen im Glaukophan vorkommt, dagegen das ähnliche Thonerdesilicat vorherrscht; in beiden finden sich ein Tremolit- und ein diesem ähnliches Eisensilicat, sowie auch ein Ueberschuss von $\overset{II}{R_4}\,Si_4\,O_{12}$, also einem Anthophyllit.

Aehnlich constituirt ist der Gastaldit, nur enthält er weniger Natriumsilicat (wenn nicht die Natronbestimmung Cossa's etwas zu geringe Daten ergeben hat), nämlich nur 34 Procent, während $Ca\,Mg_3\,Si_4\,O_{12}$ und $Fe_4\,Si_4\,O_{12}$ (oder $Ca\,Fe_3\,Si_4\,O_{12}$ und $Mg_4\,Si_4O_{12}$) in viel grösseren Mengen vorhanden sind, indem sie circa 40 Procent bilden.

Weiter muss hier die Existenz eines Silicats angenommen werden, welches Magnesia und Thonerde enthält und dessen Formel dem früher angegebenen $Mg\,Al_2\,Si_4\,O_{12}$ gleich kommen würde.

3. Krokydolith.

Der Krokydolith wird häufig als eine Asbestform des Arfvedsonits betrachtet; indessen war dies bis jetzt keineswegs festgestellt, da die Analyse Stromeyer's nicht völligen Aufschluss darüber giebt; eine erneute Analyse war wünschenswerth; leider konnte ich keine vollständige Unter-

*) Zeitschr. d. d. geolog. Gesellsch. 1876, 28, 253.

suchung vornehmen, da das mir zur Disposition stehende Material, welches ich der Freundlichkeit des Herrn Custos Dr. Brezina verdanke, nicht ganz ausreichend war, um eine Alkalienbestimmung auszuführen, indessen kann ich wenigstens über den bis jetzt fraglichen Punkt, ob auch Eisenoxyd im Krokydolith vorkommt, Aufschluss geben:

Die Analyse des Krokydolith vom Cap ergab (II):

	I	II
SiO_2	52,22	52,11
Al_2O_3	—	1,01
Fe_2O_3	—	20,62
FeO	34,08	16,75
MgO	2,48	1,77
CaO	0,03	—
MnO	0,10	—
Na_2O	7,07	(6,16)
H_2O	4,80	1,58

Unter I habe ich die Zahlen, die Stromeyer erhielt, angeführt.

Der Alkaliengehalt dürfte wohl höher sein, als die aus der Differenz bestimmt angeführte Zahl (6,16), da ja die Analysen stets einen Ueberschuss geben. Ein Unterschied zwischen den beiden Analysen ist hauptsächlich im Wassergehalt bemerkbar; wahrscheinlich ist der Stromeyer's deshalb so hoch, weil er durch Glühverlust bestimmt wurde, und dabei eine Reduction des Eisenoxyds stattfand, auch dürfte das Material noch zersetzter gewesen sein, als das meinige. Man könnte wohl die Vermuthung aussprechen, ob überhaupt der Krokydolith nicht den wasserhaltigen Mineralien beizuzählen sei; wenn man jedoch bedenkt, dass das Material nie ganz frisch ist, so ist es naheliegender, anzunehmen, dass der Wassergehalt der Zersetzung zuzuschreiben sei. Das Resultat beider Analysen bestärkt demnach die Ansicht, dass der Krokydolith wesentlich aus einem Natroneisenoxydsilicat bestehe; der Rest scheint hauptsächlich aus $FeSiO_3$, das auch in den übrigen ähnlichen Mineralien vorkommt, gebildet. Man kann demnach mit grosser Wahrscheinlichkeit den Krokydolith als eine Arfvedsonit-Varietät betrachten.

Man könnte vielleicht auch hier den Einwurf machen, dass das Silicat $Na_2 . Fe_2O_3 . 4SiO_2$ zu zerfällen sei, und zwar in Na_2SiO_3 und $\overset{III}{R}_2O_3$, $3SiO_2$, wie dies Rammelsberg annimmt; dagegen spricht der Umstand, dass alle Mineralien der Amphibol- und Pyroxengruppe, die oben genannte Silicate enthalten, ein stets constantes Verhältniss von Na_2, $\overset{III}{R}_2O_3$, SiO_2 zeigen, welches eben dem von 1 : 1 : 4 entspricht, daher wohl nicht eine

Mischung vorliegen dürfte. Dass die Existenz der von Rammelsberg angenommenen Silicate überhaupt unwahrscheinlich ist, habe ich an einem anderen Orte nachgewiesen*).

Aus dem Gesagten ergiebt sich:

Die der Amphibolgruppe gehörigen Mineralien Arfvedsonit, Krokydolith, Glaukophan (Gastaldit) etc., bestehen aus einem Silicat $Na_2 \overset{III}{R_2} Si_4 O_{12}$, wobei R für die ersteren $= Fe$, für das letztere Al ist; doch kommen beide zusammen in allen diesen Mineralien vor, wobei aber immer eines davon bedeutend gegenüber dem anderen vorherrscht.

Während der Arfvedsonit zu $^4/_5$ aus jenem Silicat zusammengesetzt ist, enthält der Gastaldit nur noch circa 34 Proc. desselben.

In den genannten Verbindungen treten in verschiedenen Mengen Magnesiakalk- und Eisenkalkverbindungen hinzu, deren Formel $Ca R_3 Si_4 O_{12}$ ist, weiter auch noch unbedeutende Mengen von $\overset{II}{R} Al_2 Si_4 O_{12}$, namentlich im Gastaldit, sowie endlich auch $\overset{II}{R_4} Si_4 O_{12}$, dessen Existenz in variablen Mengen von (2—15 Proc.) stets nachgewiesen wurde, und welches Silicat dem von Des Cloizeaux erkannten monoklinen Anthophyllit entspricht.

---

*) Ueber Akmit und Aegirin. — Tschermak's min. u. petrograph. Mittheil. 1878, s. auch am Schlusse dieses Heftes.

III. Ueber die mikroskopischen Formen einiger bei der Analyse vorkommender Verbindungen.

Von

K. Haushofer in München.

(Hierzu Taf. II und III.)

Es ist an dieser Stelle nicht nöthig, auf die Bedeutung der krystallographischen Diagnose für die analytische und synthetische Chemie besonders hinzuweisen. Die Chemiker der Gegenwart lernen sie um so mehr schätzen, je grösseren Umfang ihr Wissensgebiet gewinnt, je zahlreicher die krystallisirbaren Körper werden, die aus den Arbeiten in den Laboratorien hervorgehen. Ebenso bekannt ist es aber auch, dass in der Kenntniss der krystallographischen Eigenschaften gerade mancher häufig vorkommenden Verbindungen zahlreiche offene Fragen bestehen, deren Beantwortung den Krystallographen nicht blos eine Fülle von interessantem Arbeitsmaterial, sondern auch erhebliche Verdienste um die wissenschaftliche und praktische Diagnostik zusichern würde.

Bei solchen Untersuchungen kann es aber begreiflicherweise nicht blos darauf ankommen, die normale Krystallisation einer Verbindung zu bestimmen, sondern es muss sich auch darum handeln, die eigenthümlichen Formvarianten zu studiren, in welchen eine Substanz unter verschiedenen Bildungs- und Wachsthumsverhältnissen auftritt. Durch diese Bedingung wird die Untersuchung allerdings wesentlich erschwert, da sie eine Reihe von Experimenten voraussetzt; andererseits gewährt sie aber eher die Möglichkeit, der Frage nach der Krystallbildung überhaupt näher zu rücken, als die Untersuchung fertiger, in der Natur unter meist unbekannten Verhältnissen gebildeter Krystalle. Dafür legen die schönen Untersuchungen von O. Lehmann (d. Zeitschr. I) ein beredtes Zeugniss ab.

Durch öfter sich wiederholende Fragen von praktischem Interesse wurde ich dazu bestimmt, einige Untersuchungen in dieser Richtung vorzunehmen. Wenn es sich auch im Verlaufe derselben zeigte, dass nicht

immer schwerwiegende Resultate zu erhalten waren, so mögen einzelne doch so viel theoretischen und praktischen Werth besitzen, um die Publication derselben zu rechtfertigen.

Die meisten Abbildungen, welche beigegeben sind, wurden auf Grundlage mikrophotographischer Aufnahmen hergestellt und geben deshalb ziemlich getreue Bilder der mikroskopischen Formen. Das Maass der Vergrösserung anzugeben wurde nicht für nöthig erachtet, da die Krystalle selbst in sehr verschiedenen Grössen erzeugt werden können. Hinsichtlich der Stellung der Formen wurde nicht immer die krystallographisch conventionelle, sondern ebenso oft eine andere, zufällige festgehalten.

1. Phosphorsaure und arsensaure Ammoniak-Magnesia.

$Mg.NH_4.PO_4, 6H_2O$ und $Mg.NH_4AsO_4, 6H_2O$.

(Mit Taf. II.)

Was über die Krystallisation der phosphorsauren Ammoniak-Magnesia bekannt ist, gründet sich zum grössten Theil auf Beobachtungen an den wohlausgebildeten Krystallen dieses Salzes, welche sich als Zersetzungsproduct von Viehdünger, Guano und anderen Fäcalstoffen gefunden haben und als Mineralspecies den Namen Struvit (= Guanit Teschemacher) führen. Dieselben wurden in morphologischer Beziehung neuerdings durch A. Sadebeck eingehend untersucht und beschrieben*). Die Verbindung kommt ferner in mikroskopischen Krystallen als Sediment in alkalischem oder schwach saurem Harn vor und ist den Physiologen unter dem Namen »Tripelphosphat« schon lange bekannt. Die oft abgebildeten Formen derselben stimmen vollkommen mit jenen des Struvit überein [vergl. Robin und Verdeil, traité de chimie anatomique et physiologique, Paris 1853, Atl. Taf. VII; Funke, physiologischer Atlas und daraus in Neubauer und Vogel, Anleitung zur Analyse des Harnes, Wiesb. 1876, Taf. II, Fig. 3 und 5; Schmidt, krystallonomische Untersuchungen, Mitau und Leipzig 1846; G. Stein im Deutschen Archiv f. klin. Medicin 1876, 207].

Endlich entsteht die Verbindung bei der Fällung von Magnesialösungen durch (Ortho-) Phosphorsäure oder phosphorsaure Alkalien in Gegenwart von Ammoniak als ein krystallinischer, für die qualitative und quantitative Analyse wichtiger Niederschlag.

Ueber die substantielle und morphologische Identität desselben mit dem Struvit und Tripelphosphat scheint nach den vorhandenen Angaben kein Zweifel zu bestehen. Doch sind die mannigfaltigen Formen, in welchen der Niederschlag erscheint, minder genau bekannt und besonders in ihrem Zusammenhange unter sich und mit jenen des Struvit noch nicht näher untersucht. Noch spärlicher finden sich Angaben über die mikro-

---

*) Tschermak's min. Mitth. 1877, 113. S. diese Zeitschr. 2, 319.

skopische Beschaffenheit der analog constituirten isomorphen Niederschläge von arsensaurer Ammoniak-Magnesia. Von den Resultaten meiner Untersuchungen darüber verdienen vielleicht folgende einer Erwähnung.

Unter Berücksichtigung der Erfahrung von Millot und Maquenne (Bull. soc. chim. [2] **18,** 20 und [2] **23,** 238), dass die phosphorsaure Ammoniak-Magnesia aus ihrer Lösung in citronensaurem Ammoniak in messbaren Krystallen erhalten werden könne, versuchte ich solche darzustellen und erhielt in der That aus einer in gelinder Wärme gesättigten Lösung zahlreiche, stets gleichartig gebaute Krystalle, welche zwar höchstens 1 mm lang, aber doch sehr vollkommen ausgebildet und mit spiegelnden Flächen versehen waren. Sie zeigen die in Taf. II, Fig. 1 abgebildete Combination: $\infty \breve{P} \infty (010) = b$, $\infty \breve{P} 2 (120) = p$, $\bar{P} \infty (101) = s$ und u, $oP(001) = c$, $\breve{P} \infty (011) = m$, $2 \breve{P} \infty (021) = n$ und h. Die Krystalle sind tafelförmig nach b und stehen bezüglich ihres Habitus zwischen den von Sadebeck für den Struvit aufgestellten Typen II und IV. Neu ist daran nur das Auftreten des Brachydoma $n (= h)$ auch am oberen (+) Ende der Krystalle, welche übrigens ausnahmslos den hemimorphen Charakter der Substanz repräsentiren. Die Uebereinstimmung mit den Verhältnissen des Struvit ergiebt sich aus folgender Winkeltabelle, in welcher Sadebeck's Messungen am Struvit zum Vergleiche eingesetzt sind:

Kantenwinkel:	Gemessen von Sadeb.	Gemessen von Hausch.	Berechnet:
$(120)(1\bar{2}0) = p : p$ an a =	—	97° 5′	97° 5′ 40″ (Sadeb.)
$(010)(120) = b : p$ =	—	41 26	41 27 10 -
$(02\bar{1})(0\bar{2}\bar{1}) = h : h$ an c =	122 44	122 38	122 32 10 -
$(010)(011) = b : m$ =	—	47 24	47 38 — -
$(010)(021) = b : n$ =	—	28 27	28 32 — -
$(101)(\bar{1}01) = s : s$ an c =	116 19	116 22 approx.	

Die Flächen b zeigen in der Regel eine feine Parallelstreifung nach der Combinationskante mit n.

Auf dem von H. Vohl (Ann. d. Pharm. **88,** 114) und Monier (Compt. rend. **78,** 300) empfohlenen Wege langsamer Vermischung der entsprechenden Lösungen durch eine Membran gelang es mir nicht, normal ausgebildete messbare Krystalle zu erhalten, da die dabei entstehenden makroskopischen Exemplare in der Regel rauhe Flächen erhalten. Die gleichzeitig entstehenden glattflächigen Krystalle waren zu klein zur Messung, entsprachen aber der Mehrzahl nach den gewöhnlichen Struvitkrystallen (Combination der beiden Domen mit der (—) Basis, das Makrodoma s vorwaltend; vergl. Fig. 4 und 5). Dagegen fanden sich einige Verwachsungsformen mit gut ausgebildeten spiegelnden Flächen, deren Bestimmung für die Deutung vieler mikroskopischer Formen in der Folge grosse Wichtigkeit gewann.

Die Krystalle, welche man durch directe Fällung erhält, bleiben immer

mikroskopisch, obwohl die Niederschläge in der Regel schon mit unbewaffnetem Auge als krystallinisch erkannt werden können. Wenn man, wie dies zum Zwecke vollständiger Fällung gewöhnlich geschieht, stark ammoniakalische Lösungen anwendet, entstehen nur stern- und schneeflockenförmige Krystallbüschel und Aggregate. Normal gebaute, ringsum ausgebildete Krystalle erlangt man, wie schon Millot (a. a. O.) bemerkte, nur dann, wenn man neutrale oder schwach saure Lösungen anwendet, weil in solchen der entstehende Niederschlag ein wenig auflöslich ist.

Besonders scharf begränzte Krystalle bilden sich stets bei der Vermischung neutraler Lösungen von phosphorsaurem Natron oder Ammoniak, Chlorammonium und schwefelsaurer Magnesia in solcher Verdünnung, dass der Niederschlag erst nach 15—30 Minuten sichtbar wird. Mit zunehmender Stärke der Lösungen, besonders aber bei allmälig gesteigertem Zusatz von Ammoniak, treten Wachsthumsformen und Krystallskelette auf, welche eine grosse Mannigfaltigkeit in der Erscheinung zeigen, sich aber doch in Uebergangsreihen einfügen und auf gewisse Ausgangspunkte zurückführen lassen.

Die normal ausgebildeten Krystalle gehören mehreren Typen an. Verhältnissmässig selten erscheint die der oben beschriebenen, aus citronensaurem Ammoniak auskrystallisirten, gleiche Combination Fig. 1, 6*). Ich sah sie besonders oft bei Anwendung von phosphorsaurem Ammoniak entstehen. Bei vorherrschender Ausdehnung des Brachypinakoides *b* bilden sich jene Trapeze und Dreiecke, welche auch Millot erwähnt (Fig. 7, 8). Auch die einfachere, aber ähnliche Combination $\infty\breve{P}\infty \,.\, \pm oP \,.\, -\bar{P}\infty$ (Fig. 2, 9, 10) und die ihr angehörenden Zwillinge nach $-oP$ (Fig. 11) wurden beobachtet.

Die grosse Masse der mikroskopischen Krystalle repräsentirt jedoch die Combination der beiden Domen *m* und *s* der positiven Hälfte mit der negativen Basisfläche, entweder nach der Brachydiagonale (Fig. 3, 18) oder nach der Makrodiagonale gestreckt (Fig. 4, 5). Der hemimorphe Charakter der Krystalle tritt am deutlichsten hervor, wenn sie auf einer domatischen Fläche liegen (Fig. 13, 15) oder wenn sie in der Flüssigkeit schwimmend irgend eine andere als die normale Stellung einnehmen (Fig. 26). Nicht selten tritt zu diesen Formen die basische Fläche der positiven Hälfte (*c*), s. Fig. 19, 20, und das Prisma $\infty\breve{P}2(p)$, welches die Basisecken abstumpft (Fig. 17). Als charakteristisch muss dabei der Umstand bezeichnet werden, dass die Prismenflächen sehr oft unvollzählig ausgebildet sind, ge-

*) Die mikroskopischen Formen sind ohne Berücksichtigung ihrer krystallographischen Orientirung so gezeichnet, wie sie unter dem Mikroskop sich darstellen. Bei Formen, welche wie z. B. Fig. 18 auf die Basis projicirt sind, liegt in der Regel die Brachydiagonale von links nach rechts. Nur die Formen 6—13, 15, 26, 28 und 92 liegen nicht auf der Basis.

wöhnlich nur zwei an einer brachydiagonalen (Fig. 16, 12) oder makrodiagonalen Hälfte des Krystalles (Fig. 14, 47), bisweilen auch nur eine einzige (Fig. 47 a). Bei erheblicher Ausdehnung solcher Einzelnflächen sind die Krystalle, besonders wenn sie nicht normal liegen, oft schwer zu deuten. Sehr selten stellt sich die negative Hälfte des Makrodomas (u) ein (Fig. 27, 28).

Die gegebene Interpretation dieser Formen wird durch die freilich nur annähernden Winkelmessungen genügend unterstützt. Der spitze Winkel am Centrum der briefcouvertähnlichen Form (Fig. 5) wurde in oft wiederholten Messungen $= 60^0$ gefunden (berechnet $= 60^0\ 38'$). Einzelne günstig liegende Krystalle gestatteten auch Messungen der auf das Brachy- resp. Makropinakoid projicirten Domenwinkel mit hinreichender Genauigkeit.

Dieser Krystalltypus, besonders aber die brachydiagonal gestreckte Form Fig. 3, 18 etc. kann als Grundlage oder Kern der meisten Wachsthumsgestalten betrachtet werden. Sie besitzt nicht blos die Neigung, in bestimmten Richtungen abnorm anzuwachsen, sondern auch die Fähigkeit zu Zwillingsbildungen, welche an den Struvitkrystallen bis jetzt nicht beobachtet worden sind.

Viele normal ausgebildete und monströse Krystalle zeigen Formverhältnisse, welche zu der Annahme von Zwillingsverwachsungen parallelstehender Individuen nach dem Brachypinakoid führen können. Dazu gehört vor Allem der auf manchen Exemplaren beobachtete einspringende Winkel, dessen Kante der Brachydiagonale parallel liegt (Fig. 21). Es hat den Anschein, als wenn die an manchen Krystallen auftretende $+oP$-Fläche (c) das Resultat einer allmäligen Ausfüllung des einspringenden Winkels an einem solchen Zwilling wäre. Die Fläche c ist nämlich sehr selten ganz eben; in der Regel besitzt sie gewisse symmetrisch angeordnete Furchen und Vertiefungen (Fig. 23, 24, 25). Auch die brachydiagonale Basiskante (an s) zeigt häufig einspringende Winkel (Fig. 31), hervorgebracht durch das Auftreten von zwei Prismenflächen. Dieselben finden sich aber noch viel häufiger zugleich an den makrodiagonalen Basiskanten, wo sie, entsprechend der Lage der Prismenflächen, einen einspringenden Winkel von $97^0\ 6'$ bilden, während derselbe an den brachydiagonalen Kanten $82^0\ 54'$ beträgt. Diese einspringenden Winkel und Einschnürungen (Fig. 22) hat schon Stein (a. a. O.) an den Krystallen des Tripelphosphates beobachtet und abgebildet. In extremen Fällen kommen dadurch die ebenfalls öfter erwähnten andreaskreuzförmigen Gestalten (Fig. 36, 52, 57) zu Stande.

An makroskopischen Krystallen würde man solche Verhältnisse als Anzeichen einer Durchkreuzung von zwei oder einer gesetzmässigen Verwachsung von vier Individuen deuten. Es ist aber wohl zu beachten, dass die scheinbaren Individuen im polarisirten Lichte vollkommen parallele Orientirung erkennen lassen und dass sie ihrer Gestalt nach in überraschender

Regelmässigkeit nur als geometrische Viertel eines vollständigen Krystalles erscheinen. Man wird, wenn man den weiteren Verlauf der Krystallbildung und des monströsen Wachsthumes in verschiedenen Stadien der Entwicklung vergleicht, zu der Ueberzeugung gedrängt, dass man es hier mit den Resultaten einer eigenthümlichen, gliedweise beschränkten Ausbildung zu thun habe, mit einer Art Meromorphie, nach welcher von irgend einem Stadium des Wachsthums aus die durch die zwei verticalen Symmetrieebenen bestimmten Viertel eines normalen Krystalles in einer gewissen Selbständigkeit sich fortentwickeln, während an ihren Grenzen ein Stillstand im Wachsthum eintritt. Dabei kommt die schon oben erwähnte charakteristische Unvollzähligkeit der Prismenflächen in symmetrischer Weise besonders zur Geltung. Dadurch, dass sie an den Basisecken in der Regel fehlen und nur jene sich weiter entwickeln, welche an der Bildung der einspringenden Winkel betheiligt sind, ist die abnorme Gestalt der Krystallviertel hauptsächlich bedingt.

Man könnte sich vielleicht mit der Annahme begnügen, dass in allen diesen Erscheinungen nur die ersten Symptome der beginnenden Skelettbildung zu sehen seien. Dem entgegen steht aber die Thatsache, dass solche Krystalle vollkommen normal gebildete und normal gelagerte Flächen besitzen und dass die erwähnten Theilgestalten, die Viertels-, Zweiviertels- uud Dreiviertelskrystalle auch selbständig ausgebildet vorkommen. Als ein wichtiger Beleg dafür müssen die schon oben erwähnten makroskopischen Krystalle gelten, welche durch allmälige Vermischung von Lösungen durch eine Membran entstanden. Sie sind von spiegelnden Flächen gebildet und gestatteten genaue Messungen, durch welche die Richtigkeit ihrer Deutung ausser Zweifel gestellt wird. Sie lassen sich als je zwei nach dem Brachypinakoid verwachsene Viertel definiren, deren Gesammtgestalt an die Schwalbenschwanzzwillinge des Gyps erinnert (Fig. 78, eine Horizontalprojection nebst Schnitt nach dem Makropinakoid). Der einspringende Winkel wird durch zwei Prismenflächen gebildet, welchen zwei parallele am anderen Ende des Krystalles entsprechen (p). Auch an der Unterseite der Krystalle findet sich eine durch zwei glatte Flächen von $\breve{P}\infty(m)$ gebildete Längsrinne. Diese Fläche, sonst an der unteren Hälfte der Krystalle selten vorkommend, tritt in der beschriebenen Anordnung häufig auf, oft sogar bis zur Verdrängung der unteren Basisfläche.

Gemessene Kantenwinkel:	am Struvit:
$m : c = 42^0\ 30'$	$42^0\ 37'$ (Sadebeck)
$m : n = 18\ \ 30$	18 31 -
$s : c = 58\ \ 15$	58 9 -
$p : c = 90\ \ 0$	90 0 -
$p : p = 97\ \ 11$	97 6 -

Man sieht, dass die beobachteten Werthe den entsprechenden am Struvit bis auf zulässige Differenzen gleichkommen.

Die oben definirten Theilgestalten finden sich sowohl in normaler, als in skelettartiger Ausbildung. Eine Viertelsgestalt ist in Fig. 61, eine aus zwei solchen zusammengesetzte in Fig. 44 und 78, skelettartig deformirte in Fig. 50, 51, 56, 84 dargestellt.

Die eigentliche Skelettbildung geht von den Basisecken aus in der Richtung vor, welche durch die Combinationskanten zwischen *m* und *s* bestimmt wird. Stärkere Ansatzrippen bezeichnen dieselbe fast an allen Wachsthumsformen. Der Verlauf der Deformirung, welcher in Allem die von O. Lehmann begründeten Gesetze des abnormen Wachsthumes bestätigt*), ergiebt sich aus der Vergleichung der typischen Formen 32—40, 45—56, 73—76, 82—84 und führt schliesslich zu den schneeflocken- und sternförmigen Aggregaten, aus welchen die Niederschläge gewöhnlich bestehen (Fig. 99).

Der Uebergang des normalen Wachsthumes in abnormes lässt sich sehr gut verfolgen, wenn man zunächst in verdünnten Lösungen normale Krystalle, wie Fig. 17, 18, 19, 20 etc., sich bilden lässt, und hierauf ganz geringe Mengen von Ammoniak hinzufügt. Es entstehen sofort sternförmige Aggregate (Fig. 90), zugleich aber beginnt an den schon vorhandenen Krystallen die Deformirung durch Ansatz an den Basisecken wie in den Fig. 43, 58, 60. Dabei erhalten die auf einer domatischen Fläche liegenden Krystalle nur zwei Ansatzrippen, da die entgegengesetzten Basisecken nicht wachsen können (Fig. 59). Die kleinsten der schon vorhandenen Krystalle verzerren sich rasch nach den Eckenaxen (Fig. 41) und nehmen dann Formen wie Fig. 42 und 34 an.

Unter den normalen und deformirten Krystallen finden sich häufig solche, welche auf einer Verkümmerung einzelner Glieder des ganzen Krystalles zu beruhen scheinen. Bei einigen hat die Verkümmerung blos ein Viertel getroffen (Fig. 38, 48, 53, 55), bei der grossen Mehrzahl jedoch erstreckt sie sich auf je zwei auf einer Seite des brachydiagonalen Verticalschnittes liegende Viertel und beginnt oft schon an den kleinsten Krystallen mit der in den Fig. 62, 63 und 64 dargestellten einseitigen Streckung der normalen Formen, um in einer Reihe sehr verschiedener Zerrgestalten zu endigen (Fig. 65—70, 72, 73, 77 und 80)**).

Eine unzweifelhafte Zwillingsverwachsung, welche an den dachförmigen Krystallen ziemlich oft in normaler Ausbildung beobachtet werden kann, ist in Fig. 85, 86 und 92 dargestellt. Zwei Individuen durchkreuzen sich dergestalt, dass ihre Brachydiagonalen sich unter ungefähr 60°

*) Vergl. diese Zeitschr. **1**, 462.

**) Weit seltener trifft die Verkümmerung eine makrodiagonale Hälfte (Fig. 50, 51, 79).

schneiden, während ihre Verticalaxen parallel liegen. Bei dem Versuche, die Zwillingsebene zu berechnen, wird man auf die Fläche des Grundprismas ∞P geführt, dessen spitzer Winkel $60^0\ 27'$ misst. Als Krystallfläche ist dieses Prisma an der Substanz noch nicht beobachtet. Die Untersuchung solcher Zwillingskrystalle im polarisirten Lichte lässt nicht blos die entsprechende Orientirung der beiden Individuen erkennen, sondern führt wieder zu der Wahrnehmung, dass die Viertel der einfachen Gestalt einzeln oder zu je zweien und dreien an diesen Zwillingsgestalten als Componenten theilnehmen (vergl. die in Fig. 87—91 und 93, 94 dargestellten Formen und die einigen derselben beigesetzten schematischen Figuren).

Demselben Gesetze entsprechend sind die in Fig. 95 und 96 abgebildeten Drillingskrystalle gebildet. Die unter den Krystallbüscheln der gewöhnlichen Niederschläge sehr häufig vorkommenden fünf- und sechsstrahligen Sterne sind als Wachsthumsformen der Zwillings- und Drillingsgestalten zu betrachten und bestätigen dies durch ihre Orientirung im polarisirten Lichte (Fig. 98, 99).

Aber auch an den Formen, welche den Combinationen Fig. 1 und 2 entsprechen, wurde dasselbe Gesetz beobachtet. Drillinge solcher Art sind in Fig. 100 abgebildet.

Die öfter vorkommenden Gestalten Fig. 71 und 97 scheinen Zerrformen von Fig. 18 zu sein.

Die Krystalle, Wachsthumsformen und Zwillingsbildungen der arsensauren Ammoniak-Magnesia sind so vollkommen übereinstimmend mit jenen des Phosphates, dass es nicht möglich ist, einen Unterschied anzugeben, wenn nicht vielleicht die noch grössere Neigung des Arseniates zur Bildung halbseitig verkümmerter Zerrformen, wie Fig. 62—70, als solcher gelten kann. Der Versuch, makroskopische Krystalle des Arseniates aus seiner Lösung in citronsaurem Ammoniak darzustellen, führte zu keinem brauchbaren Ergebniss. Es bildet sich bei dem Verdunsten der Lösung eine syrupdicke zähe Flüssigkeit, in der schliesslich nur kugelig-faserige Aggregate des Salzes erstarren.

2. Pyroantimonsaures Natron.

$Sb_2O_5 . Na_2O . H_2O + 6H_2O.$

(Hierzu Taf. III, Fig. 1—40.)

Diese Verbindung, von Fremy*) entdeckt, hat für einzelne Fälle der qualitativen Analyse deshalb einen gewissen Werth, weil sie sehr constante morphologische Eigenschaften besitzt und leicht aus vielen Natronsalzen in vollkommen ausgebildeten mikroskopischen Krystallen zu erhalten ist. Ich habe in dieser Hinsicht das Chlorid, Nitrat, Carbonat, Sulfat, Phosphat,

*) Journ. für pract. Chemie **45**, 209.

Borat, Hyposulfit und Acetat des Natrons untersucht und keinen erheblichen Unterschied in der Ausbildungsweise des daraus gefällten Stibiates gefunden. Auch die Gegenwart grösserer Mengen verschiedener (neutraler) Kali- und Ammoniaksalze hat keinen Einfluss auf die Krystallformen des sich bildenden antimonsauren Natrons. Wesentliche Bedingung für die Entstehung normaler Krystalle bleibt es aber, dass die Lösung der Natronsalze neutral und nicht zu stark concentrirt sei. Auflösungen von solchem Verdünnungsgrade, dass der Niederschlag erst nach etwa einer Stunde sichtbar wird, geben schon ziemlich gute Krystalle. Die Beschleunigung des Absatzes durch Reiben mit einem Glasstabe an den Gefässwänden ist der Bildung normaler Krystalle nicht förderlich. Die Gegenwart grösserer Mengen von Magnesiumsalzen verhindert die Fällung, indem dann zuerst das Magnesiumsalz der Antimonsäure (s. u.) sich bildet.

Ueber die Krystallisation des Salzes begegnet man in der Literatur zweierlei Angaben. Nach den älteren, sehr bestimmten Beschreibungen Wackenroder's*) krystallisirt es tetragonal; Heffter**) hält es (a. a. O.), gestützt auf annähernde Messungen von G. Rose, für tesseral. Um die Frage, welche allerdings durch die Untersuchung der Niederschläge im polarisirten Lichte leicht zu entscheiden war, auf dem Wege genauer Messungen zu erledigen, versuchte ich es grössere Krystalle durch langsame Diffusion der Lösungen (Trennung derselben durch eine thierische Membran) herzustellen. Wenn auch die oktaederähnlichen Krystalle, welche in dieser Weise schon nach zwei Tagen erhalten wurden, kaum über 0,5 mm Durchmesser erlangten, so waren sie doch sehr glattflächig und regelmässig genug gebildet, um genauere Messungen mit dem Reflexionsgoniometer zuzulassen. Die Ergebnisse der Messung, nach welchen die Krystalle dem tetragonalen System angehören, sind folgende:

	Gemessen:	Berechnet:
$(111):(11\bar{1}) = P : P$ (Mittelkante)	$= 70^0\ 1'$	—
$(111):(1\bar{1}1) = P : P$ (Polkante)	$= 70\ 48$	$70^0\ 48'$
$(111):(001) = P : oP$	$= 55\ 0$	$54\ 59$

Nimmt man diese am häufigsten vorkommende Pyramide als Grundform, so berechnet sich daraus das Axenverhältniss $a : c = 1 : 1,0079$.

Das Verhalten der Krystalle im polarisirten Lichte bestätigt die Messungsresultate. Die Krystalle erscheinen, wenn sie nicht zufällig auf der Basis liegen, sehr deutlich anisotrop; die Auslöschungsrichtungen stehen normal und parallel zur Basiskante.

Auch an den mikroskopischen Krystallen der Niederschläge erscheint die Grundpyramide am häufigsten (Fig. 1, 2, 5, 6). Bisweilen tritt die

*) Archiv der Pharmacie **34**, 279.

) Pogg. Ann. **86, 429; hieraus wohl in Rammelsberg's krystall. Chemie.

Basis (Fig. 3), seltener das Prisma derselben Ordnung dazu (11, 12); weit öfter findet sich das Prisma diagonaler Stellung (13, 14, 30). Die kugelförmigen Aggregate (19, 20) sind gewöhnlich aus Combinationen des Deuteroprismas mit der Basis zusammengesetzt. Ich beobachtete ferner eine spitzere Protopyramide, an welcher der Winkel zweier gegenüberliegenden Flächen am Scheitel annähernd $= 38$—39^0 gemessen wurde. Für $2P$ berechnet sich derselbe zu $38^0\ 40'$ (Fig. 28). Ob damit die in Fig. 27 und 29 abgebildete, oft beobachtete Form zusammenfällt, konnte nicht entschieden werden.

Zwillingsbildungen finden sich nicht selten und zwar nach dreierlei Gesetzen: 1) Die andreaskreuzförmigen Verwachsungen (unter Fig. 15) nach einer spitzeren Protopyramide; 2) die Durchkreuzungszwillinge Fig. 16 mit anscheinend rechtwinkligen Hauptaxen: 3) die Verwachsung zweier Individuen mit parallelen Hauptaxen (schon von Wackenroder a. a. O. beschrieben). Letztere findet sich ganz besonders häufig an den spindel- und wetzsteinähnlichen Zerrformen (17, 21, 22, 24) und ist oft nur durch eine kleine Einkerbung an den Polen der Krystalle angedeutet.

Bei Anwendung stärkerer Lösungen entwickeln sich in der Regel die Niederschläge in abnormen Wachsthumsformen und Krystallskeletten. Ich erhielt durch Fällung einer (kalt) nahezu gesättigten Lösung von Natronnitrat Krystallbildungen, welche auf ein monströses Fortwachsen der äusseren Ecken von Zwillingen der letzten Kategorie zurückzuführen sind (Fig. 21, 23, 31). Es liegt nahe, diese und ähnliche Erscheinungen dadurch zu erklären, dass in den einspringenden Winkeln solcher Krystalle der Austausch zwischen entladener und absatzfähiger Lösung nicht so rasch vor sich gehen kann als an den peripherischen Theilen der Krystalle, dass also dort eine Stagnation in der Strömung eintritt, welche local das Fortwachsen der Krystalle verzögert.

Auch an diesen Bildungen sind, wie an der phosphorsauren Ammoniak-Magnesia, Verkümmerungen einzelner Glieder oder Gliederpaare zu beobachten (Fig. 32, 33, 34, 35). Solche Formen könnten wohl auch als Vierlingskrystalle gedeutet werden (vergl. besonders Fig. 17, 18). Diese Gestaltung wiederholt sich in achtgliedrigen Aggregaten mit parallelen (Fig. 36, 38) und mit gekreuzten Hauptaxen (Fig. 37). Für die Zerrformen, welche in Fig. 39 und 40 abgebildet sind, fehlt vorläufig eine sichere Deutung. Dieselben sind meistens sehr klein und könnten vielleicht aus den Formen 17 und 22 abgeleitet werden.

In Fig. 4 ist eine Durchkreuzung eines spindelförmigen Krystalles mit einem Krystall der Combination $P . \infty P \infty$ dargestellt, in Fig. 9, 10, 25, 26, 27 verschiedene unvollkommene Krystalle, in Fig. 7 und 8 Aggregate solcher.

3. Pyroantimonsaure Magnesia.

$Sb_2O_5 . MgO . H_2O + 9H_2O.$

(Hierzu Taf. III, Fig. 41—54.)

Die genauere Kenntniss der isomorphen Antimoniate von Magnesium, Kobalt und Nickel verdankt man L. Heffter, welcher seine Untersuchungen darüber im Jahre 1852 publicirte*). Schon früher hatte Wackenroder auf die krystallinischen Niederschläge aufmerksam gemacht, welche bei der Vermischung von Magnesialösungen mit antimonsaurem Kali entstehen**). Durch die seitdem erfolgte Berichtigung des Atomgewichtes des Antimon konnte man die von Heffter aufgestellten Formeln für jene Verbindungen corrigiren***). Ich habe neuerdings das Magnesiumantimoniat untersucht und besonders seine Darstellung vermittelst Kaliumantimoniat sowie seine Zusammensetzung nach der genauen Methode der Antimonsulfidbestimmung von Bunsen†) geprüft.

Fällt man eine Auflösung von Magnesiumsulfat durch antimonsaures Kali bei gewöhnlicher Temperatur, so erhält man zuerst einen geringen flockigen Niederschlag, der von dem später entstehenden, an den Gefässwänden sehr fest anhaftenden Magnesiumantimoniat leicht durch Abschlämmen zu trennen ist. Die mikroskopischen starkglänzenden Krystalle des letzteren zeigen zweierlei Formen. Die grössere Menge besteht aus hexagonalen Tafeln der Combination $oP . \infty P$ (Fig. 41, 42), oft zu rosettenförmigen und kugeligen Aggregaten gruppirt (Fig. 43, 44). Neben ihnen finden sich vereinzelt Krystalle, welche einem klinoaxen, wahrscheinlich dem klinorhombischen System angehören. Sie sind bisweilen sehr scharf ausgebildet (Fig. 47—50); häufiger erscheinen sie zu büschel- und sternförmigen Gruppen vereinigt (Fig. 51—54). Heffter, welcher das Salz durch Fällung mit antimonsaurem Natron herstellte, fand, wie es scheint, nur die hexagonalen Krystalle; Wackenroder beobachtete nur die Krystalle der klinorhombischen Form und bezog sie auf ein schiefes rhombisches Prisma, dessen stumpfe Seitenkante oft abgestumpft ist. Man kann auch bei Anwendung von antimonsaurem Kali das hexagonale Salz ausschliesslich erhalten, wenn man nur die Fällung bei 80—100° vornimmt; auch bei Abkühlung der Lösungen auf 0° erhielt ich nur hexagonale Krystalle. Es gelang mir aber ungeachtet vieler Versuche nicht, das klinorhombische Salz zu isoliren.

Das hexagonale Magnesiumantimoniat zeichnet sich durch seine Neigung aus, normale Krystalle zu bilden. Ausser den erwähnten Krystallgruppen,

*) Pogg. Ann. **86**, 418.

) Archiv der Pharmacie **34, 279.

***) Schneider, Pogg. Ann. **98**, 293.

†) Annalen der Chemie **192**, 305.

welche allerdings, wenn sie sehr klein bleiben, in ihren Einzelnheiten schwierig zu erkennen sind, und ausser solchen Krystallen, welche in Folge des seitlichen Anwachsens an der Gefässwand nur als Hälften erscheinen (Fig. 43), kommen nur wenig Formen vor, die als beginnende Skelettbildungen zu betrachten sind. Dazu gehören vielleicht die tafelförmigen Krystalle, welche an der Stelle jeder Prismenkante einen einspringenden, durch Prismenflächen gebildeten Winkel besitzen (Fig. 45). Bisweilen erscheint diese Einbuchtung von gewölbten Flächen gebildet (Fig. 46).

Unter Zugrundelegung der Zahl 120 für das Atomgewicht des Antimon ergab die Analyse folgende Zusammensetzung des lufttrockenen Salzes:

	Gefunden:		Berechnet:	
Antimonsäure	59,52	Sb_2O_5	= 320	= 59,26
Magnesia	7,39	MgO	= 40	= 7,41
Wasser	33,09	$10H_2O$	= 180	= 33,33
	100,00		540	100,00

Das Salz verliert bei 100° getrocknet ohne Veränderung seiner äusseren Beschaffenheit drei Molecüle Wasser, seinen ganzen Wassergehalt noch vor der Glühhitze, wobei es eine grünlichgraue Farbe annimmt.

Das klinorhombische Salz wird, längere Zeit in der Flüssigkeit befindlich, weiss und undurchsichtig, während sich die hexagonalen Krystalle nicht verändern.

Es ist mir nicht gelungen, andere als die angegebenen Flächen an den Krystallen aufzufinden, obwohl ich Krystalle bis zu 1 mm Durchmesser erzielte.

Die isomorphen Verbindungen des Kobalt und Nickel sind fast ebenso leicht herzustellen wie das Magnesiumsalz und gleichen demselben bis auf die Farbe vollkommen. Unter den Krystallen des Kobaltsalzes fanden sich auch klinorhombische Formen, jenen des entsprechenden Magnesiasalzes — abgesehen von der Farbe — zum Verwechseln ähnlich.

Ich habe mich endlich durch wiederholte Versuche davon überzeugt, dass auch das isomorphe (hexagonale) Zinksalz existirt, wenn es auch schwieriger herzustellen ist. Bei der Fällung von Zinklösungen durch Kaliumantimoniat entsteht ein flockiger voluminöser Niederschlag; nach längerer Zeit fanden sich an den Gefässwänden einzelne scharf ausgebildete hexagonale Tafeln, welche qualitativ als antimonsaures Zink bestimmt werden konnten.

4. Kieselfluorbaryum.

$BaSiF_6$.

(Hierzu Taf. III, Fig. 55—82, 89.)

Ueber die mikroskopischen Formen dieses Salzes, welches in der qualitativen und quantitativen Analyse bisweilen in Betracht kommt, berichtete

F. Stolba in einer Abhandlung, welche sich sehr eingehend mit den Eigenschaften der Verbindung beschäftigt*). Nach seiner Beschreibung bestehen die Niederschläge aus kugligen, ellipsoidischen und prismatischen, beiderseits zugespitzten Körpern, welche vermöge ihres Aussehens unter dem Mikroskop leicht wiederzuerkennen sind. Er giebt ferner gewisse kreuzförmige Verwachsungen als charakteristisch an und bemerkt endlich, dass es ihm selbst bei sehr vorsichtigem und allmäligem Verdampfen wässeriger Lösungen des Salzes nicht gelungen sei, bestimmbare Krystalle darzustellen. Da ich durch specielle Untersuchungen gleichfalls gefunden habe, dass die Verbindung unter gewissen Verhältnissen sehr constante morphologische Eigenschaften zeigt, ausserdem aber einige Anhaltspunkte für die Krystallisation derselben gewonnen zu haben glaube, dürfte folgender Beitrag zur Kenntniss derselben vielleicht einigen practischen Werth besitzen.

Das Salz bildet sich schon in sehr verdünnten Lösungen, da sein Löslichkeitsverhältniss in Wasser bei 21° C. = 1:3300 ist (Fresenius, Stolba). Die Niederschläge, welche in stärkeren Lösungen von Barytsalzen mit Kieselfluorwasserstoffsäure erhalten werden, erscheinen stets als Haufwerke von elliptischen und wetzsteinförmigen Körperchen, die sich am Boden des Gefässes ansammeln und in Fig. 55, 57, 62 abgebildet sind. Schreitet man allmälig zur Anwendung mehr verdünnter Barytsalzlösungen, so tritt die wetzsteinähnliche Gestalt der Individuen successive schärfer hervor (Fig. 58), die Krystalle erscheinen häufiger isolirt (Fig. 56, 63), und endlich gelangt man zu Aggregaten und Einzelnformen, welche gradlinige Kanten und ebene Flächen zeigen. Diese einfachen Formen lassen eine zweifache Deutung zu (Fig. 64—68). Man kann sie entweder als die klinorhombische Combination $\infty P \,.\, oP$ oder als Rhomboeder auffassen. Ihr Verhalten im polarisirten Lichte und die Ergebnisse der Winkelmessung sprechen mit grosser Wahrscheinlichkeit dafür, dass es Rhomboeder sind. Auf jeder der vielen in dieser Hinsicht geprüften Rhombenflächen stellen sich die Auslöschungsrichtungen so genau nach den Diagonalen, als es überhaupt bei dieser Art von Untersuchung zu bestimmen möglich ist. Es wäre aber als ein seltener Zufall anzusehen, wenn unter den vielen so geprüften Krystallflächen — vorausgesetzt, dass die Krystalle klinorhombisch wären — sich nicht auch einmal die Fläche ∞P befunden hätte oder wenn diese ebenfalls eine diagonale Lage der Auslöschungsrichtungen besitzen würde. Als entscheidend glaube ich aber die Thatsache anführen zu dürfen, dass in den spitzeren rhomboederähnlichen Formen (Fig. 69, 70, 71, 89), welche man besonders aus stark verdünntem Chlorbaryum erhält, die Auslöschungsrichtungen ebenfalls auf allen beobachteten Flächen diagonal liegen, was bei der ebenfalls möglichen klinorhombischen Form $\infty P\!\!\!/ n \,.\, m P\!\!\!/ \infty$ nicht der

*) Journ. für pract. Chemie **96**, 305.

Fall sein könnte, wenn es sich auch bei $\infty P \cdot oP$ so verhalten sollte. Bei den auf einer scheinbaren orthodiagonalen Prismenkante liegenden Formen jeder Art (Fig. 72, 69 und 70) liegt eine Auslöschungsrichtung parallel der Axe, welche die spitzen Ecken verbindet, die andere senkrecht darauf. Auch diese Thatsache unterstützt wesentlich die Annahme einer rhomboedrischen Krystallisation.

An den stumpfesten Rhomboedern, welche im Allgemeinen häufiger auftreten, wurde der ebene spitze Winkel α der Rhombenfläche (Fig. 64) zu 69—73° gemessen, im Mittel aus zahlreichen Beobachtungen 69° 15′. Der Winkel β, welchen die lange Diagonale einer Fläche mit der gegenüberliegenden Polkante bildet (Fig. 72) beträgt im Mittel aus mehreren Messungen 63° (berechnet 64° 28′). Ausser diesem Rhomboeder wurden noch zwei andere beobachtet (Fig. 69 und 70), deren Ableitungsverhältnisse, wenn man das erste als Grundform annimmt, aus folgender Zusammenstellung sich ergeben:

Flächenwinkel α	Gemessen:	Berechnet:	Axenverhältniss:	Symbol:
(Fig. 64)	69° 15′	—	1 : 1,9933	R
(Fig. 69)	45 —	45° 18′	1 : 3,4883	$\frac{7}{4}R$
(Fig. 70)	39—40 —	40 22	1 : 3,9866	$2R$

Aus einer Auflösung des Salzes in sehr stark verdünnter Salzsäure erhielt ich beim Verdunsten Aggregate von Krystallnadeln (Fig. 61) und prismatische Krystalle (Fig. 59, 60), welche als Combination des ersten Rhomboeders — vielleicht sogar eines noch stumpferen — mit dem Prisma ∞R zu erkennen sind. Dazu gehören wahrscheinlich auch die durch directe Fällung erhaltenen Formen unter Fig. 58, 63, zum Theil auch in Fig. 57. Ich vermuthe, dass Stolba vorzugsweise diese Gestaltungen beobachtete.

Die oft erscheinenden Zwillingsverwachsungen lassen sich besonders auf das Gesetz beziehen, wonach eine Fläche des ersten Rhomboeders als Zwillingsebene erscheint. Gewöhnlich fallen zwei Rhomboederflächen in eine Ebene zusammen; die Hauptaxen schneiden sich entweder unter spitzen (Fig. 76, 77, 79, 81, 82) oder unter rechten Winkeln (Fig. 80, 75). Selten erscheinen die Zwillinge in hemitropischer Entwicklung (Fig. 78).

Ich konnte weder durch langsame Verdunstung von gesättigten wässerigen Lösungen, noch durch endosmotische Diffusion messbare Krystalle erhalten. Eine Lösung von Barytnitrat, von wässeriger Kieselfluorwasserstoffsäure durch eine thierische Membran getrennt, zeigte selbst nach wochenlangem Stehen nicht die geringste Spur von Trübung.

5. Zweidrittel-gesättigter phosphorsaurer und arsensaurer Baryt.

$2\,BaO\,.\,H_2O\,.\,P_2O_5$ und $2\,BaO\,.\,H_2O\,.\,As_2O_5$.

(Hierzu Taf. III, Fig. 83—88.)

Diese Verbindungen entstehen in Barytsalzlösungen bei Zusatz von $^2/_3$ gesättigten phosphorsauren resp. arsensauren Alkalien als krystallinische Niederschläge, wenn die Flüssigkeiten sauer erhalten werden. In neutralen oder alkalischen Lösungen entstehen voluminöse, flockige Niederschläge. Ich habe sie stets krystallisirt erhalten, wenn ich zu einer stark verdünnten Barytlösung (Hydroxyd, Chlorid, Acetat oder Nitrat) Phosphorsäure resp. Arsensäure und dann so viel Ammoniak zusetzte, bis ein starker bleibender Niederschlag sich gebildet hatte, ohne dass aber die Flüssigkeit alkalisch reagirte. Das Präcipitat ist anfangs oft noch flockig; aber nach kurzem Stehen unter der Flüssigkeit wird es vollkommen krystallinisch und besteht aus sehr kleinen und dünnen, aber stets scharf ausgebildeten Tafeln von rhombischer Form (Fig. 85, 86, 87), bisweilen am stumpfen, gewöhnlich am spitzen Winkel durch ein Flächenpaar abgestumpft. Der stumpfe ebene Winkel wurde zu 102⁰, der spitze zu 78⁰ ziemlich genau gemessen. Die Auslöschungsrichtungen liegen diagonal. Bei der äusserst geringen Dicke der Tafeln ist es nicht möglich zu entscheiden, ob sie dem rhombischen oder klinorhombischen System angehören. Die oft beobachteten Zwillinge und Drillinge (Fig. 88) würden mehr für das erstere sprechen. — In Fig. 84 sind die gewöhnlich vorkommenden Anhäufungen, in 83 kuglige Aggregate von Krystallen abgebildet. Eine Analyse des Salzes gab:

Baryumoxyd	64,81,	berechnet für	$2\,BaO$	= 65,69
Wasser	4,01,	-	H_2O	= 3,86
Phosphorsäure	30,57,	-	P_2O_5	= 30,45
	99,39			100,00

Die Verbindung stimmt also vollständig mit dem von H. Ludwig*), Erlenmeyer**) und Skey***) beschriebenen Phosphat.

Die Formen des Arseniates sind vollkommen identisch mit jenen des Phosphates; auch die Zwillingsbildungen sind dieselben.

Auch bei diesen Salzen konnte ich nach den oben befolgten Methoden keine messbaren Krystalle erhalten, habe aber die diesbezüglichen Versuche noch nicht abgeschlossen, um zu einer entscheidenden Bestimmung der Formen zu gelangen.

---

*) Arch. Pharmac. [2] **56**, 265.

**) Jahresb. d. Ch. 1857, 145.

***) Chem. Centralbl. 1870, 677.

IV. Krystallographisch-optische Untersuchungen organischer Körper.

3. Reihe*).

Von

C. Bodewig in Köln.

(Mit 13 Holzschnitten.)

Ueber die Nitrobenzoësäuren Fittica's.

Die Kekulé'sche Benzoltheorie lässt bekanntlich von Biderivaten des Benzols nur drei Isomere zu, welche sich durch die Stellung der substituirenden Reste im Benzolkern unterscheiden. Diese Stellung kann 1:2, 1:3 oder 1:4 sein. Von den Nitrobenzoësäuren $C^6H^4.NO^2.COOH$ sind diese Isomeren, die Ortho-, Meta- und Paranitrobenzoësäure mit den resp. Schmelzpunkten 145°, 142° und 240°, welche obigen drei Stellungen entsprechen, bekannt. Nach Fittica (Journal für practische Chemie 1878, S. 184 ff.) gelingt es indessen, folgende weitere isomere Nitrobenzoësäuren zu erhalten:

I. Eine Säure von 127° Schmelzpunkt durch Einwirkung von Aethylnitrat auf eine ätherische Lösung von Benzoësäure bei Gegenwart von H^2SO^4 und bei einer Temperatur von 50° Cels.

II. Eine citronengelbe Nitrobenzoësäure vom Schmelzpunkte 128° erhält man durch Eintropfen einer Mischung gleicher Moleküle Benzoylchlorid und Aethylnitrat in eine concentrirte H^2SO^4 bei 70—80°.

III. Eine Säure von 136° Schmelzpunkt, die mit Nr. I physikalisch isomer sein soll, erhält man, indem man ein Theil Benzoësäure in ein Gemisch von zwei Theilen HNO^3 (vom spec. Gewicht 1,4) und zwei Theilen conc. H^2SO^4 mit der Vorsicht einträgt, dass die Temperatur 60° nicht übersteigt.

---

*) 2. Reihe s. diese Zeitschr. **3**, 381 f.

IV. Eine citronengelbe Säure vom Schmelzpunkt 135⁰ entsteht bei Einwirkung von Aethylnitrat auf in H^2SO^4 gelöste Benzoësäure bei 50—60⁰.

V. Endlich entsteht eine citronengelbe Säure vom Schmelzpunkt der Metasäure (142⁰) durch Eintropfen von ein Molekül Aethylnitrat in eine Auflösung von ein Molekül Benzoësäure in der 6—8 fachen Menge conc. H^2SO^4 bei 60—80⁰.

Um nun auch krystallographische Beweise für die Existenz dieser durch die Theorie nicht zu erklärenden isomeren Säuren zu gewinnen, stellte mir Herr Fittica sein gesammtes Material zur Verfügung.

Von den mir zugekommenen Säuren konnten indessen nur Nr. I (Schm. 127⁰), Nr. III (Schm. 136⁰), Nr. V, citronengelb, bei 142⁰ schmelzen, und endlich die gewöhnliche Metasäure von 142⁰ in messbaren Krystallen erhalten werden.

Ausser diesen Säuren gelangten noch die Aethyläther zur Untersuchung und zwar:

I. Der direct dargestellte Aether der Säure von 127⁰; bei 40⁰ schmelzend.

II. Der Aether der Säure von 127⁰ Schm., dargestellt aus nitrobenzoësaurem Silber und Jodäthyl. Derselbe schmilzt nach Fittica bei 37⁰, nach meinen Versuchen an Krystallen bei 41⁰.

III. Der citronengelbe Aethyläther der citronengelben Säure von 142⁰ Schmelzpunkt.

IV. Der Aether der Metasäure.

Die Aether Nr. I und IV hat Fittica als chemisch identisch beschrieben, als nicht identisch die Aether Nr. II und IV, wie auch Nr. III und Nr. IV.

Meine Untersuchungen ergaben nun, dass die untersuchten Säuren sowohl, als auch die untersuchten Aether unter sich physikalisch identisch sind, so dass hiernach die chemische Verschiedenheit der Substanzen zweifelhaft erscheinen muss.

1. Metanitrobenzoësäure.

$C^6H^4 . \overset{|}{N}O^2 . COOH$. Stellung 1 : 3. Schmelzpunkt 142⁰.

Krystalle aus Aether-Alkohol oder Aceton.

Die Metanitrobenzoësäure krystallisirt in drei physikalisch isomeren Modificationen, von denen die α- und β-Mod. labil sind, die γ-Mod. stabil ist. Sie schmelzen sämmtlich bei 141—142⁰. Von Kahlbaum erhaltene Säure schied in ihren ersten Krystallisationen nur γ-Modification ab, später entstanden auch Krystalle der β-Modification. Aus einer Lösung der citronengelben Säure Fittica's von 142⁰ Schm. wurde nur β-Modification erhalten. Die Säure von 135⁰ Schm., in Aceton gelöst, schied nur Krystalle der γ-Modification aus, diejenige von 127⁰ Schm. setzte aus Aceton nur Krystalle

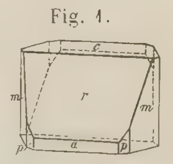
der α-Modification ab, welche bei 141° (nicht corrigirt) schmolzen. Die zuletzt erwähnte Fittica'sche Säure fand ich bei 129—131° schmelzend; nach dem Abscheiden der Krystalle der α-Modification schmolz der Rückstand bei 128°, so dass durch das Lösen in Aceton keine Umwandlung der Säure in die Metasäure stattgefunden haben kann.

α-Modification (labil). Schmelzpunkt 141°.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$a : b : c = 0,8348 : 1 : 1,5043$
$\beta = 83^0\ 29'$.

Fig. 1.



Beobachtete Formen (s. Fig. 1): $c = oP(001)$, $r = -P\infty(101)$, $a = \infty P\infty(100)$, $p = \infty P(110)$, $m = \infty P3(130)$. Die Krystalle sind hellgelb, kurzprismatisch.

	Beobachtet:	Berechnet:
$m : m = (130) : (1\bar{3}0) =$	*136° 11½′	—
$m : p = (130) : (110) =$	28 24	28° 26′
$m : r = (130) : (101) =$	78 5	77 26
$c' : m = (00\bar{1}) : (130) =$	92 7½	92 30
$c : r = (001) : (101) =$	*29 11½	—
$a : r = (100) : (101) =$	*54 17½	—

Eine Spaltbarkeit ist nicht nachweisbar. Die Winkel sind nicht sehr genau, da nur zwei schlecht ausgebildete Krystalle vorlagen, welche ihrer trüben Beschaffenheit wegen auch nicht optisch untersucht werden konnten.

β-Modification (labil).

Krystallsystem monosymmetrisch.

$a : b : c = 0,76456 : 1 : 0,35006$
$\beta = 86^0\ 24'$.

Formen: $l = +P\infty(10\bar{1})$, $r = -P\infty(101)$, $p = \infty P(110)$, $a = \infty P\infty(100)$, $o = -4P2(421)$, $s = -3P\frac{3}{2}(321)$, $x = -4P4(141)$? Die aus Metasäure erhaltenen Krystalle Nr. I, Fig. 2, sind bald kurz, bald länger prismatisch, hellgelb und werden bald trübe. Die Krystalle aus der citronengelben Säure von 142° Schm. (siehe oben) langprismatisch (s. Fig. 3), citronengelb und bleiben klar; die

Fig. 2.

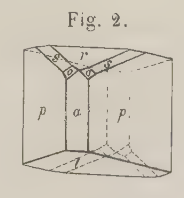
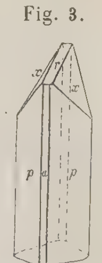


Fig. 3.



Flächen x derselben sind hohl, so dass ihr Zeichen nur ungefähr zum Zwecke der Zeichnung bestimmt werden konnte. Die an den letzteren Krystallen erhaltenen Resultate sind unter Nr. II aufgeführt.

		Beobachtet Nr. I:	Berechnet:	Beob. Nr. II:
$p : a$	$= (110) : (100) =$	*37° 21′ (6′—44′)	—	37° 48′
$p : p$	$= (110) : (\bar{1}10) =$	105 6	105° 18′	—
$l : p$	$= (10\bar{1}) : (110) =$	*73 0	—	—
$a : r$	$= (100) : (101) =$	*62 27	—	62 34
$l : a$	$= (10\bar{1}) : (100) =$	68 16	68 25	—
$l' : r$	$= (\bar{1}01) : (101) =$	49 14½	49 8	—
$o : o$	$= (421) : (4\bar{2}1) =$	36 7½	36 8	—
$a : o$	$= (100) : (421) =$	32 51	32 46	—
$p : o$	$= (110) : (421) =$	30 55	31 3	—
$r : o$	$= (101) : (421) =$	38 28	38 33	—
$r : p$	$= (101) : (110) =$	68 14 (10—45′)	68 26	68 52½
$p : s$	$= (110) : (321) =$	33 39	33 45	—
$r : s$	$= (101) : (321) =$	34 23½	34 40	—
$a : s$	$= (100) : (321) =$	40 44	40 18	—
$o : s$	$= (421) : (321) =$	7 41½	7 30	—
$s : s$	$= (321) : (3\bar{2}1) =$	—	43 34	—

Eine Spaltbarkeit ist nicht nachweisbar. Die Ebene der opt. Axen ist ∞Ꝑ∞(010); durch Fläche a ist eine Axe sichtbar.

γ-Modification (stabil).

Diese, d. i. die gewöhnliche, stabile Metanitrobenzoësäure ist bereits von H. Bücking und von K. Haushofer (s. diese Zeitschr. **1**, 391 und 505) gemessen worden. Die in der Winkeltabelle mit Nr. I bezeichneten Krystalle erhielt ich durch Umkrystallisiren gewöhnlicher Metasäure, die mit Nr. II unterschiedenen aus Fittica's Säure von 135° Schm.; Lösungsmittel Aceton.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}96556 : 1 : 1{,}2327$$
$$\beta = 88^0\, 49'.$$

Fig. 4.

Die Krystalle sind hellgelb, tafelförmig nach der Basis, wie die früher untersuchten, und zeigen folgende Formen (s. Fig. 4): $c = oP(001)$, $o = P(\bar{1}11)$, $r = 2$Ꝑ$\infty(\bar{2}01)$, $l =$ Ꝑ$\infty(\bar{1}01)$, $q =$ Ꝑ$\infty(011)$, $o' = 2$Ꝑ$2(\bar{2}11)$.

		Beobachtet Nr. I:	Berechnet:	Beobachtet Nr. II:
$c : o$	$= (001) : (\bar{1}11) =$	61° 41′	61° 14′	61° 43′
$c : r$	$= (001) : (\bar{2}01) =$	*69 38½	—	—

	Beobachtet Nr. I:	Berechnet:	Beobachtet Nr. II:
$c : l = (001) : (\bar{1}01) =$	52 42	52 39½	—
$q : q = (011) : (01\bar{1}) =$	*78 7	—	—
$l : r = (\bar{1}01) : (\bar{2}01) =$	*16 59	—	—
$o : r = (\bar{1}11) : (\bar{2}01) =$	40 49	40 39	—
$o : o = (\bar{1}11) : (\bar{1}\bar{1}1) =$	75 22	75 0	75° 21′
$o : l = (\bar{1}11) : (\bar{1}01) =$	37 33	37 30	—
$o : q = (\bar{1}11) : (011) =$	38 49	39 7	—
$r : o' = (\bar{2}01) : (\bar{2}11) =$	24 53	24 21	—
$l : o' = (\bar{1}01) : (\bar{2}11) =$	29 30	29 23	—
$c : o' = (001) : (\bar{2}11) =$	71 42	71 31	—
$o : o' = (\bar{1}11) : (\bar{2}11) =$	19 25	19 35	—

Spaltbarkeit deutlich nach $c(001)$. Auf den Flächen o erschienen stets vicinale Wachsthumsflächen, daher die Messungen Werthe von 74° 27′ bis 76° 58′ für $o : o$ ergaben.

Die Ebene der optischen Axen ist $\infty P\infty(010)$; durch c ist eine Axe sichtbar.

2. Metanitrobenzoësäure-Aethyläther.

$C^6H^4 . NO^2 . COOC^2H^5$. Schmelzpunkt 41°.

Dieser Körper ist bereits von Arzruni (diese Zeitschr. **1**, 442) untersucht worden, welcher die in beistehender Fig. 5 mit d bezeichnete Fläche zur Basis, die Flächen p als hintere Hemipyramide nahm. Die Beziehung zur Metanitrobenzoë-säure lässt es vortheilhafter erscheinen, p als Klinodoma, d als hinteres Hemidoma aufzufassen; alsdann stellt Fig. 5 die Hinterseite der Krystalle dar. Die von mir untersuchten Krystalle zeigten dieselbe Form oder die der Fig. 6, in welcher d nur ganz untergeordnet erscheint. Ich fand:

Fig. 5.

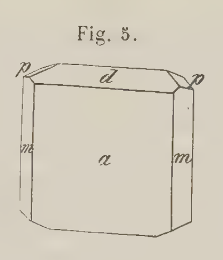
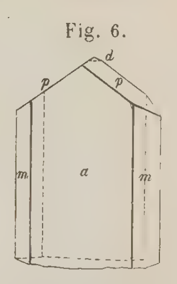


Fig. 6.



Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,92709 : 1 : 0,68045$$
$$\beta = 82^0 48'.$$

Beobachtete Formen: $m = \infty P(110)$, $a = \infty P\infty(100)$, $d = P\infty(\bar{1}01)$, $p = P\infty(011)$. In der folgenden Winkeltabelle sind die Werthe angegeben, welche erhalten wurden: I. an dem Aether der gewöhnlichen Metasäure; II. an dem direct dargestellten Aether der Säure von 127° Schm.; III. an dem indirect dargestellten Aether derselben Säure; IV. an dem citronengelb gefärbten Aether der citronengelben Säure von 142° Schm.

	Beobachtet:					Berechn.
	Nr. I		Nr. II	Nr. III	Nr. IV	
	Arzruni	Bodewig				
$a : d = (\bar{1}00):(\bar{1}01) =$	58° 42½′	*58° 38′	58° 40½′	58° 50′	58° 45′	—
$m : a = (110):(100) =$	42 36½	*42 23	42 38	42 40	42 34½	—
$m : m = (110):(1\bar{1}0) =$	85 12½	84 49	85 16	85 24½	85 14	85° 3′
$m : d = (\bar{1}10):(\bar{1}01) =$	67 40	67 38	—	67 42	—	67 40
$p : m = (011):(110) =$	63 2	62 12½	62 34 appr.	—	62 11	63 2½
$p : a = (011):(100) =$	84 5	83 3½	83 22	83 4½	83 31½	84 11
$p : d = (011):(\bar{1}01) =$	49 26	*50 11½	—	50 33	—	—

Eine vollkommene Spaltbarkeit geht bei allen parallel der Fläche $d = (\bar{1}01)$.

Die erste Mittellinie steht auf der Spaltfläche fast senkrecht; die Ebene der opt. Axen ist $\parallel \infty R\!\!\!/ \infty (010)$, der opt. Charakter negativ.

Die Identität der untersuchten Aether kann also keinem Zweifel unterliegen.

---

3. Benzoësäure.

$C^6H^5.COOH$. Schmelzpunkt 121°.

Krystalle durch Umkrystallisiren käuflicher Säure aus Aetheralkohol erhalten.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1{,}0508 : 1 : 4{,}2084$$
$$\beta = 82^0\ 55'.$$

Fig. 7.

Die Krystalle (s. Fig. 7) sind farblos, tafelförmig nach c und sehr stark nach der Orthodiagonale verlängert. Die Hemidomenzone ist stets gut, die seitlichen Endflächen, namentlich q selten vorhanden und dann schlecht ausgebildet. Die Zeichen der beobachteten Formen sind folgende: $c = (001)\,oP$, $l = (101) - P\!\!\!/\infty$, $r = (\bar{1}01)\,P\!\!\!/\infty$, $p = (110)\,\infty P$, $q = (011) R\!\!\!/\infty$.

	Beobachtet:	Berechnet:
$c : q = (001) : (011) =$	*76° 32′	—
$c : l = (001) : (101) =$	*69 24	—
$l : r = (101) : (10\bar{1}) =$	*27 52	—
$c : r = (001) : (\bar{1}01) =$	82 49	82° 44′
$r : q = (\bar{1}01) : (011) =$	88 18	88 19
$l : q = (101) : (011) =$	85 13	85 18
$p : q = (110) : (011) =$	43 26	43 47

	Beobachtet:	Berechnet:
$p : q' = (110) : (01\bar{1}) =$	46° 57′	46° 48½′
$p : p = (110) : (\bar{1}10) =$	—	87 36
$l : p = (101) : (110) =$	48 15½	47 43
$c : p = (001) : (110) =$	85 17	85 7

Eine Spaltbarkeit nicht nachzuweisen.

Die optische Axenebene ist $\parallel \infty P\!\!\!/ \infty (010)$; eine optische Axe steht ungefähr senkrecht zu $c(001)$.

4. Benzoësäure-Phenyläther.

$C^6H^5.COO.C^6H^5$. Schmelzpunkt 71°.

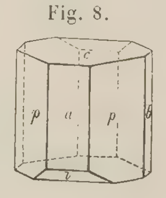
Darsteller: Liebmann.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}84257 : 1 : 0{,}77270$$
$$\beta = 78^0\,55'.$$

Die von Dauber (Ann. der Chemie **90**, 190), als rhombisch beschriebenen Krystalle dieser Substanz waren Zwillinge nach $(100)\infty P\!\!\!/\infty$. Ich beobachtete folgende Formen (s. Fig. 8): $c = oP(001)$, $a = \infty P\!\!\!/\infty(100)$, $p = \infty P(110)$, $b = \infty P\!\!\!/\infty(010)$, $l = P\!\!\!/\infty(10\bar{1})$. Die Krystalle sind farblos, prismatisch entwickelt.

Fig. 8.



	Bodewig:	Dauber:	Berechnet:
$c : a = (001) : (100) =$	*78° 55′	—	—
$c : l = (001) : (\bar{1}01) =$	47 37	—	47° 32′
$l : a = (10\bar{1}) : (100) =$	*53 33	—	—
$p : c = (110) : (001) =$	81 29	81° 22′	81 29
$p : l = (110) : (10\bar{1}) =$	62 45	—	62 45
$p : p = (110) : (1\bar{1}0) =$	*79 11	79 10	—
$p : a = (110) : (100) =$	39 37	—	39 35½
$p : b = (110) : (010) =$	50 26	—	50 24½

Eine Spaltbarkeit nicht nachweisbar.

Die Ebene der opt. Axen ist $\parallel \infty P\!\!\!/\infty(010)$.

5. Benzoësäure-Anhydrid.

$\left.\begin{matrix} C^6H^5CO \\ C^6H^5CO \end{matrix}\right\} O$. Schmelzpunkt 42°.

Darsteller: Anschütz.

Krystallsystem rhombisch.

$$a : b : c = 0{,}87698 : 1 : 0{,}88317.$$

Combination (Fig. 9): $c = oP(001)$, $a = \infty \bar{P} \infty (100)$, $p = \infty P (110)$, $b = \infty \breve{P} \infty (010)$, $o = \breve{P} 2 (122)$.

Die Krystalle, aus Aether erhalten, sind schwach gelblich gefärbt und meist sehr lang prismatisch nach Axe c. Fläche $b = (010)$ wurde nur einmal beobachtet.

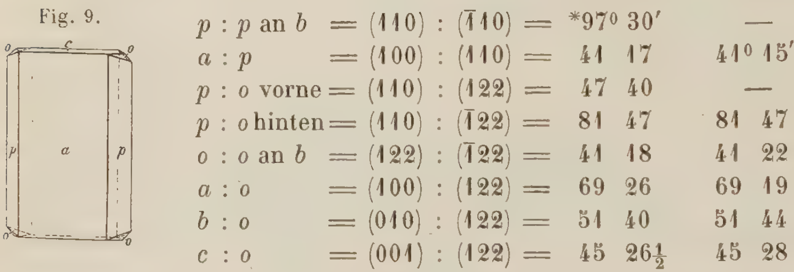


Fig. 9.

		Beobachtet:	Berechnet:
$p : p$ an b	$= (110) : (\bar{1}10) =$	*97° 30′	—
$a : p$	$= (100) : (110) =$	41 17	41° 15′
$p : o$ vorne	$= (110) : (122) =$	47 40	—
$p : o$ hinten	$= (110) : (\bar{1}22) =$	81 47	81 47
$o : o$ an b	$= (122) : (\bar{1}22) =$	41 18	41 22
$a : o$	$= (100) : (122) =$	69 26	69 19
$b : o$	$= (010) : (122) =$	51 40	51 44
$c : o$	$= (001) : (122) =$	45 26½	45 28

Die Krystalle spalten nach $c(001)$ unvollkommen.

Die Ebene der opt. Axen ist $\parallel a = (100)$. Ein Schliff $\parallel oP = (001)$ erlaubt den kleinen Axenwinkel zu messen. Derselbe beträgt, gemessen in Oel:

	Li-Roth	*Na*-Gelb
$2H_a =$	41° 28′	39° 42′

Der optische Charakter ist negativ. Der grosse Axenwinkel ist nicht messbar.

6. Hippursäure.

$C^9H^9NO^3$. Schmelzpunkt 187—189° nach Anschütz.

Es lag mir vor:

Nr. I. Gewöhnliche Hippursäure, dargestellt von Herrn Laubenheimer, aus wässeriger Lösung;

Nr. II. Synthetische Hippursäure, dargestellt von Herrn Kochs (Pflüger's Archiv 1879, S. 64), dargestellt aus Benzoësäure und Glycocoll, durch Vermittelung von frischen Hundenieren.

Krystallsystem rhombisch.

$$a : b : c = 0{,}8391 : 1 : 0{,}8616.$$

Schabus (s. Rammelsberg's krystallograph. Chemie, S. 354) hat Krystalle der Combination (110) ∞P, (101)$\bar{P}\infty$, (011)$\breve{P}\infty$ gemessen und das angegebene Axenverhältniss gefunden, mit welchem meine unten folgenden Messungen sehr gut übereinstimmen. Ich beobachtete folgende Formen: $a = \infty \bar{P} \infty (100)$, $p = \infty P (110)$,

Fig. 10.

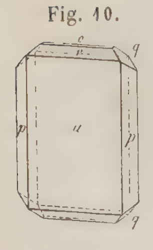
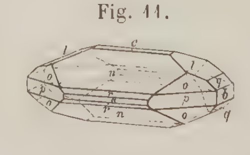


Fig. 11.



$r = \bar{P}\infty(101)$, $c = oP(001)$, $q = \breve{P}\infty(011)$, $n = \frac{1}{2}\bar{P}\infty(102)$, $l = \frac{1}{2}\breve{P}\infty(012)$, $o = P(111)$. Die Krystalle der synthetischen Hippursäure (Fig. 10) sind bald kurz-, bald langprismatisch und zeigen nur die Flächen *a*, *p*, *r*, *c*, *q*. Die flächenreicheren Krystalle der gewöhnlichen Hippursäure (Fig. 11) waren kurzprismatisch, die Flächen $n = (102)$ stark gestreift.

		Nr. I:	Nr. II:	Berechnet:
$p : p$	$= (110) : (1\bar{1}0) =$	80° 0′	79° 59′	80° 1′
$r : q$	$= (101) : (011) =$	58 8½	57 59	58 5
$r : r$ an c	$= (101) : (\bar{1}01) =$	91 31	91 38	91 30
$r : o$	$= (101) : (111) =$	31 1	—	31 1
$b : o$	$= (010) : (111) =$	59 2½	—	58 59
$a : r$	$= (100) : (101) =$	44 14	—	44 14½
$r : n$	$= (101) : (102) =$	19 12½ approx.	—	18 34½
$o : l$	$= (111) : (012) =$	41 6	—	41 9
$a : p$	$= (100) : (110) =$	39 55	—	40 ½
$b : p$	$= (010) : (110) =$	50 0	—	49 59½
$b : q$	$= (010) : (011) =$	49 15½	—	49 15
$l : q$	$= (012) : (011) =$	17 23½	—	17 27
$a : o$	$= (100) : (111) =$	52 3	—	52 7
$q : o$	$= (011) : (111) =$	37 53	—	37 53
$r : p$	$= (101) : (110) =$	56 41½	—	56 45
$q : p$	$= (011) : (110) =$	65 11	65 21½	65 11
$o : p$	$= (111) : (110) =$	36 46	—	36 43
$l : p$	$= (012) : (110) =$	75 15	—	75 16

Die Krystalle spalten ziemlich gut nach $c(001)$.

Die Ebene der optischen Axen ist $\parallel oP(001)$. Eine natürliche Platte $\parallel a(100)$ von synthetisch dargestellter Säure ergab gemessen in Oel:

für *Li*-Roth	*Na*-Gelb
121° 58′	122° 24′ circa.

Die Mittellinie ist negativ. Im weissen Lichte erkennt man $\beta > \varrho$.

Die Krystalle waren etwas trübe, daher sind die Werthe nur angenäherte.

7. Isatin.

$C^6H^4 < {NH \atop CO} > CO$. Schmelzpunkt 196—196,5°.

Untersucht wurden Krystalle der gewöhnlichen, aus Indigo dargestellten Substanz, sowie synthetisches Isatin (s. Claison und Shadwell, Berichte der d. chem. Ges. 1879, **12**, 350). Beide erwiesen sich als identisch. Die Krystalle des ersteren haben bereits Schabus und G. Rose (s. Rammelsberg, kryst. Chemie, Suppl. S. 225) als rhombisch beschrieben, indem sie die Zwillinge für einfache Krystalle hielten. Ihre Angaben sind hiernach zu berichtigen.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}42499 : 1 : 0{,}50283$$
$$\beta = 85^0\ 18'.$$

Formen: $r = +\frac{1}{2}\bar{P}\infty(\bar{1}02)$, $l = \bar{P}\infty(011)$, $b = \infty\bar{P}\infty(010)$, $p = \infty P(110)$. Die Krystalle des Isatin aus Indigo, in Aceton umkrystallisirt, sind stets Zwillinge nach $(100)\infty\bar{P}\infty$; die durch langsame Krystallisation (aus einer hohen Kochflasche) gebildeten (Fig. 12) langprismatisch und tafelförmig nach $b(010)$, die schnell (aus flacher Schaale) krystallisirten von der Form der Fig. 13; beide nur am oberen Ende ausgebildet. Die Fläche b ist sparsam gestreift parallel der Kante $r : b$. Das synthetische Isatin zeigte einfache Krystalle mit den Flächen p, b, r.

Fig. 12.

Fig. 13.

	Bodewig:	Berechnet:	Schabus:	Rose:
$b : l = (010):(011)$ =	*63° 24′	—	—	—
$l : l = (011):(0\bar{1}1)$ =	53 2	53° 12′	—	—
$l : \underline{l} = (011):(0\bar{1}\bar{1})$ =	*8 25	—	—	—
$p : l = (110):(011)$ =	76 1	76 0	—	—
$p : p = (110):(1\bar{1}0)$ =	*45 55	—	—	46° 10′
$p : b = (110):(010)$ =	67 6	67 2	67° 2½	—
$p : r = (110):(\bar{1}02)$ =	114 31	114 47	—	—
$r : r = (\bar{1}02):(10\bar{2})$ =	53 38	54 10	53 16	52 30—45′

Die Krystalle spalten ziemlich gut nach $r(\bar{1}02)$, welches als Krystallfläche stets schlecht entwickelt ist. Die Krystalle sind braunroth und stark pleochroitisch; von den in $\infty\bar{P}\infty$ schwingenden Strahlen ist der eine orangegelb, der andere braunroth. Ebene der opt. Axen $\parallel \infty\bar{P}\infty(010)$.

Schlussfolgerungen.

Von den untersuchten drei Modificationen der Metanitrobenzoësäure steht in der Krystallform am nächsten der Benzoësäure die stabile γ-Modification, denn deren Prismenwinkel (s. Bücking, diese Zeitschr. **1**, 391)

beträgt 87° 48′, der der Benzoësäure 87° 36′: beiderlei Krystalle haben nur geringe Axenschiefe, aber die Symmetrieebene halbirt bei dem einen den stumpfen, bei dem anderen den scharfen Winkel des fast rechtwinkeligen Prisma. Eine gewisse Aehnlichkeit der Krystallformen ist jedoch erkennbar auch bei den beiden anderen Modificationen der Metanitrobenzoësäure, da auch deren Axenschiefe gering ist und derjenigen der Benzoësäure noch näher steht. Es beträgt der Winkel β:

Benzoësäure	82° 55′
α-Metanitrobenzoësäure	83 29
β- -	86 24
γ- -	88 49

Das bei allen diesen Körpern nur wenig von 1 verschiedene Axenverhältniss $a:b$ zeigt folgende Reihe:

Benzoësäure	$a:b = 1{,}0508:1$
γ-Metanitrobenzoësäure	$0{,}9656:1$
α- -	$0{,}8348:1$
β- -	$0{,}7646:1$

Der Aethyläther der Metanitrobenzoësäure zeigt mit der stabilen Modification dieser Säure nahe übereinstimmendes Axenverhältniss $a:b$ und einen nicht sehr verschiedenen Winkel β; in Folge dessen sind die Prismenwinkel beider Körper sehr ähnlich:

Metanitrobenzoësäure	87° 36′
Aethyläther derselben	85 3

Lage der Symmetrieebene zum Prisma identisch. Die Axenschiefe des Aethers ist noch ähnlicher derjenigen der α-Modification der Säure.

Der Phenyläther der Benzoësäure zeigt mit der letzteren nur noch eine Aehnlichkeit des Winkels $(100)(001) = \beta$.

Eine krystallographische Beziehung, welche in meiner 2. Reihe unerwähnt blieb, findet zwischen dem dort unter Nr. 12 beschriebenen Orthodinitrotoluol und dem Pogg. Ann. **158**, 239 beschriebenen Orthodinitrobenzol statt.

Stellt man letzteres so, dass (vergl. Fig. 13) Fläche $m = oP(001)$, $p = \infty P(110)$, $c = +\frac{1}{2}P\!\!\!/\infty(\bar{1}02)$, $o = -P\!\!\!/2(122)$, $l = +P\!\!\!/2(\bar{1}22)$ wird, so erhält man die Elemente:

$$a:b:c = 0{,}56885:1:0{,}57338$$
$$\beta = 84^0\ 17'.$$

Das Orthodinitrotoluol hat die Elemente:

$$a : b : c = 0{,}85930 : 1 : 0{,}54076$$
$$\beta = 85^{0}\ 12'.$$

Es muss hier unentschieden bleiben, ob der Eintritt des CH^3 in das Orthodinitrobenzol eine morphotrope Einwirkung auf die Axe a des letzteren ausgeübt hat, oder ob hier Isomorphismus vorliegt, da die Axen a im Verhältnisse von $1 : \frac{3}{2}$ stehen, während die Axen c sowie die Axenschiefen nahezu gleich geblieben sind. Eine ausgezeichnete Spaltungsrichtung, welche die Frage entscheiden könnte, liegt nicht vor.

V. Ueber eine neue merkwürdige Mineralfundstätte in Fairfield Co, Connecticut, und Beschreibung der dort vorkommenden neuen Mineralien.

(III. Theil.)

Von

George J. Brush und **Edward S. Dana** in New-Haven*).

In dieser Fortsetzung soll über die durch unsere letztjährige Ausbeutung der Lagerstätte von Branchville gelieferten Resultate, soweit sie sich auf die Manganphosphate beziehen, berichtet werden. In den früheren Aufsätzen (diese Zeitschr. **2**, 529 und **3**, 577) haben wir uns fast ausschliesslich auf das ursprüngliche, von Herrn Fillow erbeutete Material von Phosphaten beschränkt, ausser welchem nur noch ein einziges kleines Vorkommen von Lithiophilit behandelt wurde. Bei der Wiedereröffnung des Abbaues hofften wir diejenige Ablagerung, welche früher Herrn Fillow jenes Material geliefert hatte, wiederzufinden, hatten indess hierbei nur mittelmässigen Erfolg: zwar entdeckten wir die muthmaassliche Stelle und gewannen eine kleine Menge der betreffenden Mineralien, aber es zeigte sich bald, dass die Ablagerung erschöpft und die Aufsuchung neuer zur Gewinnung weiteren Materials nöthig sei. Da für deren Vertheilung keinerlei Anhalt vorlag, mussten wir mehr zeitraubende und kostspieligere Versuche ausführen, als es vielleicht dem schliesslichen Erfolge entsprach. Indess entdeckten wir doch manches Interessante in Bezug auf das Vorkommen der Mineralien im Gange, worüber in einer weiteren Fortsetzung berichtet werden soll.

Was die Phosphate betrifft, so zeigte sich, dass der Lithiophilit sehr häufig vorkommt, aber gewöhnlich nicht in grossen Ablagerungen, sondern in zahlreichen isolirten Massen von Bruchtheilen eines Zolles bis zu mehreren

*) Erscheint englisch im Juni-Heft des Amer. Journ. of Sc.

Fussen Durchmesser. Die Art des Vorkommens ist ganz gleichförmig: die Massen sind von unregelmässiger Gestalt, manchmal rund, manchmal eckig, und mit den begleitenden Mineralien aufs Innigste gemengt; diese sind Orthoklas, Albit und Spodumen, der letztere meist verändert: von seinen Zersetzungsprodukten, welche an einer anderen Stelle beschrieben werden sollen, ist Cymatolith das häufigste. Der Lithiophilit dagegen, wenn auch oft äusserlich mit einer schwarzen Kruste überzogen, ist fast ganz frei von Zersetzung, mit Ausnahme desjenigen an der zuerst entdeckten und näher an der Oberfläche gelegenen Stelle, wo das Mineral stärker oxydirt war und sich nur sparsam in Form von Kernen innerhalb des massenhaft vorkommenden schwarzen Minerals (s. diese Zeitschr. **3**, 586), welches aus seiner Zersetzung hervorgegangen ist, fand.

Das jetzt zu besprechende Vorkommen zeigt dagegen fast immer die Lachsfarbe des zuerst beschriebenen Lithiophilit; der Eisengehalt wurde von Herrn Penfield in einem Exemplar zu 3,56⁰/₀ bestimmt. Manchmal enthält das Mineral eingelagerten Rhodochrosit, während seine sonstigen regelmässigen Begleiter sind: Apatit, Granat, Uranit in glänzenden schwarzen Oktaëdern, Uranphosphate und ein dem Cyrtolith nahe stehendes uranhaltiges Silicat — Mineralien, welche später ausführlich beschrieben werden sollen. Der Lithiophilit war das einzige Manganphosphat, welches in diesen vereinzelten kleinen Ablagerungen gefunden wurde. Nur eine ganz zuletzt entdeckte Masse lieferte neben einer von der anderen abweichenden Varietät des Minerals auch noch eine geringe Quantität der neuen Phosphate. Diese Masse war von so eigenthümlicher Natur, dass sie einer etwas eingehenderen Beschreibung bedarf; zuerst zeigte sie meist nur Lithiophilit, aber von anderer Farbe, als sie der früher gefundene besass, und von einer etwas abweichenden Zusammensetzung, wie aus der weiter unten folgenden Analyse hervorgeht. Dieser war innig gemengt mit einer beträchtlichen Masse von körnigem, oft auch zelligem, unreinem Mangancarbonat, Rhodochrosit, welcher oft Krystalle von weissem Apatit und von Quarz enthielt. Neben dem Lithiophilit und dem Rhodochrosit fanden sich in geringer Menge Eosphorit, Triploidit und Spuren von Dickinsonit; es gelang, Handstücke zu finden, welche alle diese Phosphate in unzersetztem Zustande und so mit einander verbunden zeigten, dass an einer gleichzeitigen Bildung derselben nicht gezweifelt werden kann. In den Höhlungen des Rhodochrosit auskrystallisirt, sowie in dünnen Adern ihn durchziehend, erschien ein rothbraunes Mineral, welches sich als Chabasit erwies.

Unmittelbar mit diesen Mineralien verbunden trat eine grosse Masse einer grünen chloritischen Substanz auf, von welcher wir einige hundert Pfund gewannen und die weiter unten beschrieben werden soll. Das Hauptinteresse an derselben lag in ihrer innigen Verbindung mit den oben

erwähnten Mineralien, besonders mit dem Eosphorit, welcher in Kernen der mannigfaltigsten Gestalt und Grösse in derselben unregelmässig vertheilt erschien. Diese Kerne sind oft verborgen durch eine sie ganz umgebende Hülle eines festen weissen Körpers, welche wohl aus der Zersetzung jener hervorgegangen ist.

Nach diesen Angaben über die Art des Vorkommens dieser Mineralien möge die speciellere Beschreibung einiger derselben folgen.

Lithiophilit.

Wie bereits erwähnt, war fast aller aufgefundene Lithiophilit in seiner lachsrothen Farbe und, soweit er untersucht wurde, auch in der Zusammensetzung dem im 1. Theile dieser Arbeit beschriebenen ähnlich, d. h. er enthielt 3—4% FeO. Der mit dem grünen chloritischen Mineral associirte Lithiophilit dagegen hatte eine hellnelkenbraune Farbe; er war glänzend und durchsichtig; sein spec. Gewicht betrug 3,482; die bereits in dieser Zeitschr. **3**, 594 mitgetheilte Analyse des Herrn S. L. Penfield ergab:

	I.	II.	Mittel:	Atomverhältniss:		
P_2O_5	45,22	45,22	45,22	P	0,636	0,636
FeO	13,10	12,92	13,01	Fe	0,180	0,631
MnO	31,93	32,12	32,02	Mn	0,451	
Li_2O	9,26	—	9,26	Li	0,618	0,628
Na_2O	0,28	0,30	0,29	Na	0,010	
H_2O	0,17	—	0,17			
Gangm.	0,31	0,28	0,29			
			100,26			

Das Verhältniss 0,636 : 0,631 : 0,628 entspricht sehr genau der vorläufig schon angenommenen Formel:

$$\overset{I}{R}\overset{II}{R}PO^4 \text{ oder } \overset{I}{R}{}^3PO^4 + \overset{II}{R}{}^3P^2O^8.$$

Die Analyse zeigt, dass der Eisengehalt dieser Varietät beträchtlich grösser ist, als der zuerst beschriebenen und oben erwähnten, wie es sich auch nach der Farbe des analysirten Minerals erwarten liess. Herr Penfield hat a. a. O. durch die Analysen verschiedener Varietäten von Triphylin und durch diejenigen des Lithiophilit die Uebergänge zwischen beiden Mineralien nachgewiesen. Das eine Extrem ist der Triphylin von Bodenmais mit 36,21% FeO und 8,96% MnO, das andere der ursprüngliche Lithiophilit mit 4,02% FeO und 40,86% MnO, welche Mineralien mit verschiedenen Namen zu benennen gewiss ebenso berechtigt ist, wie bei den analogen Carbonaten des Eisens und Mangans, welche ebenfalls am meisten in ihrer Farbe von einander abweichen, sonst aber de gleiche Aehnlichkeit in den physikalischen Eigenschaften zeigen.

Eosphorit.

Der, wie oben erwähnt, in Kernen in dem grünen chloritischen Mineral vorkommende Eosphorit ist stets derb, zeigt aber deutlich die charakteristische Spaltbarkeit und ist durchsichtig und glänzend. Spec. Gewicht 3,11. Eine Analyse von Herrn H. L. Wells gab folgende Resultate:

		Molekularverhältniss:		
P_2O_5	31,39	P_2O_5	0,221	1,06
Al_2O_3	21,34	Al_2O_3	0,208	1,00
FeO	6,62	FeO	0,323	
MnO	22,92	MnO	0,092	2,12
CaO	1,48	CaO	0,026	
H_2O	15,28	H_2O	0,849	4,04
Unlöslich	1,46			
	100,49			

Das Verhältniss von $P_2O_5 : Al_2O_3 : RO : H_2O$ ist sehr nahe $= 1 : 1 : 2 : 4$, entsprechend der bereits im 1. Theil gegebenen Formel:

$$R_2Al_2P_2O_{10} + 4H_2O \text{ oder } Al_2P_2O_8 + 2H_2(Mn, Fe)O_2 + 2aq$$

Das grüne Mineral.

Das mehrfach erwähnte, in grosser Masse auftretende, grüne, weiche und derbe Mineral variirt in der Farbe von hellgraulich und gelblichgrün bis dunkelschwärzlichgrün. Matt- bis fettglänzend. H. $2\frac{1}{2}$. Spec. Gewicht der reinsten Partien 2,85—2,89. Die fast immer sehr unreine Substanz enthält ausser dem Feldspath und Glimmer des Ganges eingemengt Quarz, Apatit, Chabasit und von den Phosphaten besonders deutlich Eosphorit. Indessen liessen sich doch kleine, relativ reinere Stücke gewinnen, von denen eine Reihe Dünnschliffe hergestellt und im Mikroskop untersucht wurden. Hierbei ergab sich, dass das Mineral grösstentheils feinkörnig und kryptokrystallinisch ist, aber viele Quarzkörner und Apatitnadeln umschliesst; die kryptokrystallinische Grundmasse konnte unter dem Mikroskop nicht aufgelöst werden und schien homogen zu sein; letzteres ist allerdings bei der Natur des Aggregates nicht sicher zu entscheiden. In jedem Falle zeigen die mikroskopischen Beimengungen, dass man eine bestimmte chemische Zusammensetzung bei dem Mineral nicht erwarten darf.

Möglichst reine Stücke wurden von Herrn H. L. Wells mit folgenden Resultaten analysirt:

	I.	II.	Mittel:	Mol.-Verhältn.:
SiO_2	20,71	20,73	20,72	0,345
Al_2O_3	14,71	14,64	14,67	0,158
Fe_2O_3	2,67	2,67	2,67	0,016
FeO	19,48	19,65	19,56	0,272
MnO	2,21	2,23	2,22	0,031
MgO	5,22	5,16	5,19	0,130
Na_2O	0,51	—	0,51	0,008
K_2O	0,09	—	0,09	0,001
Li_2O	Spur	—	Spur	—
CaO	12,40	12,27	12,34	0,220
P_2O_5	8,81	8,87	8,84	0,622
Unlöslich	3,84	3,94	3,89	—
H_2O	8,83	8,84	8,84	0,491
			99,54	

Auch aus diesen Zahlen geht, unabhängig von der mikroskopischen Analyse, hervor, dass die untersuchte Substanz kein einfaches Mineral sein kann. Nimmt man die 8,84% P^2O^5 nebst der entsprechenden Quantität CaO als Apatit und zieht dessen Menge ab, ebenso die der unlöslichen Substanz, so bleiben 75,19%, welche, auf die ursprüngliche Menge berechnet, liefern:

SiO_2	27,43
Al_2O_3	19,42
Fe_2O_3	3,54
FeO	25,89
MnO	2,94
MgO	6,87
CaO	0,95
Na_2O	0,68
K_2O	0,12
H_2O	11,70
	99,54

Wenn es auch nicht zulässig ist, für eine so offenbar gemengte Substanz eine Formel zu berechnen, so scheinen diese Resultate doch das Eine zu beweisen, dass die in Rede stehende grüne Substanz eine Varietät des Chlorits sei. Nach Ausschluss des Apatit und des unlöslichen Rückstandes ergiebt sich nämlich die Zusammensetzung sehr nahe derjenigen des Delessit und Prochlorit, und ebenso stehen die physikalischen Eigenschaften hiermit im Einklang.

Das Mineral giebt im geschlossenen Rohr Wasser und schmilzt vor dem Löthrohr zu einer schwarzen magnetischen Masse; mit den Flussmitteln reagirt es auf Silicium, Eisen und Mangan. Unter Ausscheidung

von Kieselsäure in Salzsäure löslich. Der hierbei sich ergebende unlösliche Rückstand wurde von der Kieselsäure durch Auflösen derselben in kochender Sodalösung getrennt und ergab sich als ein Aluminiumsilicat, möglicherweise Cymatolith, welcher an der Fundstätte in grosser Menge vorkommt.

Chabasit.

Dieses Mineral findet sich in dunkel gelblich- oder röthlichbraunen Massen, welche unregelmässig vertheilt in Quarz und manchmal direct in das grüne chloritische Mineral oder in das mit dem Lithiophilit gemengte derbe Mangancarbonat eingelagert erscheinen. In Hohlräumen wurden auch einige kleine Krystalle gefunden. Die eigenthümliche und von der sonstigen so verschiedene Art des Vorkommens in Flecken und Adern in anderen Mineralien liess die Bestimmung als Chabasit unsicher erscheinen, obgleich das Verhalten in der Hitze, der gemessene Rhomboëderwinkel (85° 15′), die Dichte (2,16), Härte (4½) und andere physikalische Eigenschaften deutlich für diese Bestimmung sprachen. Es wurde daher von Herrn Penfield mit möglichst reinem Material eine Analyse ausgeführt, welche die Identität der Substanz mit Chabasit vollkommen sicher stellte: diese Analyse, welche eine kleine, von dem Mineral nicht zu trennende Menge Quarz aufweist, ergab folgende Zahlen:

$Si\,O_2$	49,22
$Al_2\,O_3$	17,58
$Fe_2\,O_3$	1,99
$Mg\,O$	0,56
$Ca\,O$	6,73
$K_2\,O$	2,83
$Na_2\,O$	1,44
$H_2\,O$	17,83
Quarz	2,78
	100,96

Rhodochrosit.

Wie in dieser und der ersten unserer Mittheilungen erwähnt wurde, ist der Rhodochrosit einer der gewöhnlichsten Begleiter der Phosphate. In der zuerst aufgefundenen Ablagerung derselben kam er manchmal in Partieen von ziemlicher Grösse mit der charakteristischen Farbe und Spaltbarkeit ($R : R = 73^0\ 11'$) vor, ebenso wie in körnigen Aggregaten mit Quarz gemengt und oft durch Dickinsonit grün gefärbt. Endlich erschien er auch in ein schwarzes, sehr glänzendes Mineral umgewandelt, welches nur aus Oxyden des Eisens und Mangans besteht.

In den Ablagerungen, welche den eigentlichen Gegenstand dieser Fortsetzung bilden, findet sich der Rhodochrosit theils mit rother Farbe in Lithiophilit eingewachsen und ausser durch die Spaltbarkeit, kaum von demselben zu unterscheiden, theils in grossen Massen von weisser oder blassrother Farbe, körniger Textur und sehr unrein durch Beimengung von Quarz und Apatit. Diese Varietät kommt zusammen mit dem nelkenbraunen Lithiophilit und dem grünen chloritischen Mineral vor und enthält in den Höhlungen Krystalle von Quarz, Apatit und Chabasit.

Wir theilen hier die Analyse des zuerst entdeckten Rhodochrosit, ausgeführt durch Herrn S. L. Penfield, mit:

			Mittel:		Mol.-Verhältn.:	
CO_2	37,78	37,81	37,80		0,859	1
FeO	16,74	16,78	16,76	0,233		
MnO	44,68	44,50	44,59	0,628	0,867	1
CaO	0,33	0,33	0,33	0,006		
MgO	Spur	Spur	Spur			
Unlöslich	0,35	0,29	0,32			
	99,88	99,71	99,80			

Spec. Gewicht 3,76.

Die Veränderlichkeit der Farbe des Minerals spricht dafür, dass die chemische Zusammensetzung in weiten Grenzen schwankt. Es könnte dies leicht durch die Analyse verschiedener Varietäten gezeigt werden, doch dürfte eine derartige Untersuchung nur geringes Interesse darbieten; bemerkenswerth ist in obiger Analyse immerhin der recht beträchtliche Eisengehalt.

VI. Ueber das Verhalten der Krystalle in Lösungen, welche nur wenig von ihrem Sättigungspunkt entfernt sind.

Von

F. Klocke in Freiburg i. B.

Gestützt auf einige Beobachtungen am Alaun hatte vor einigen Jahren Herr Lecoq de Boisbaudran die Ansicht ausgesprochen*), dass der Uebergang vom Wachsthum zur Auflösung eines Krystalls bei entsprechend langsamer Concentrationsänderung seiner Lösung kein plötzlicher sei, sondern dass der Krystall zwischen gewissen, nicht zu engen Grenzen sich »träge« verhalte, d. h. bei mässiger Uebersättigung der Lösung weder wachse, noch bei kleiner Verdünnung angegriffen werde.

Ich konnte dagegen constatiren**), dass gerade die Alaune gegen die geringste Verdünnung ihrer Lösung äusserst empfindlich sind und dieselbe durch das Auftreten der Aetzfiguren fast mit der Schärfe einer chemischen Reaction anzeigen.

Bei Gelegenheit einer anderen Arbeit***) habe ich gefunden, dass auch eine weitere, mit jener Trägheitshypothese zusammenhängende Behauptung des Herrn Lecoq für sämmtliche von mir untersuchten Fälle gleichfalls keine Gültigkeit besitze, nämlich der von ihm aufgestellte Satz: dass ein Krystall unangegriffen bleibt, weder Zunahme noch Verlust erleidet, wenn auch die Concentration der Lösung des isomorphen Salzes, in welcher er sich befindet, solche Veränderungen erleidet, dass sie ihre

---

*) Cpt. rend. **80**, I, 888. **80**, II, 1007 und 1450 (1875).

) »Ueber die Empfindlichkeit von Alaunkrystallen gegen geringe Schwankungen der Concentration ihrer Mutterlauge.« Diese Zeitschr. **2, 293.

***) »Mikroskopische Beobachtungen über das Wachsen und Abschmelzen der Alaune in Lösungen isomorpher Substanzen.« Diese Zeitschr. **2**, 552.

eigenen Krystalle zum Wachsen oder Abschmelzen bringen würde. Meine Untersuchungen an der isomorphen Gruppe der Alaune ergaben, dass nicht nur jede Alaunart in der Lösung jeder anderen Alaunart erheblich löslich ist, wenn die Lösung durch eine ganz geringe Verdünnung ihre eigenen Krystalle etwas angreift, sondern dass auch in dem Falle Aetzfiguren erscheinen, also Auflösung stattfindet, wo die Lösung des isomorphen Salzes vollkommen gesättigt ist und auf die eigenen Krystalle nicht einwirkt.

Diesen meinen Resultaten gegenüber hat sich Herr Lecoq veranlasst gesehen *), auf seine älteren Versuche wieder aufmerksam zu machen, durch welche er auch jetzt noch, trotz meiner entgegenstehenden Beobachtungen **), seine oben angedeuteten Ansichten für hinreichend gestützt erachtet. Dieser Umstand nöthigt mich, nachträglich auf jene Versuche speciell einzugehen, und darzulegen, weshalb dieselben keine hinreichende Beweiskraft besitzen, was ich in meinen bezüglichen Arbeiten bisher unterlassen habe, da meine mit neuer Methode erhaltenen präcisen Resultate die Sache bereits entschieden.

Zunächst hebe ich hervor, dass Herr Lecoq den Versuchskrystall nicht innerhalb der Lösung genauer beobachten konnte, sondern erst nach dem Herausnehmen, und dann auch nur makroskopisch, während bei meiner Methode der Krystall während der ganzen Versuchsdauer innerhalb seiner Lösung, und zwar mit dem Mikroskop beobachtet wird. Was das Herausnehmen des Krystalls betrifft, so ist bekannt, dass es den Versuch stören kann, indem Anätzung oder Ausscheidung dabei nicht ganz zu verhüten ist; bei meiner Anordnung der Versuche fällt es ganz weg. Hinsichtlich der nur makroskopischen Beobachtung aber hat schon Herr Pfaundler ***) ausgesprochen, dass dieselbe nicht ausreichend sei, die sehr kleinen hier in Frage kommenden Veränderungen sicher nachzuweisen. Selbst bei mikroskopischer Beobachtung kann minimale Ausscheidung und Auflösung auch noch übersehen werden; nur durch ihre mikroskopisch leicht zu verfolgenden, höchst charakteristischen und prägnanten Oberflächenerscheinungen erwiesen sich die Alaune als ein so ausgezeich-

*) Bulletin de la Soc. Minéral. de France. **2**, 37; Cpt. rend. **88**, I, 360.

**) Die Herr Lecoq zwar nicht direct angreift, aber auch nicht mittheilt! Nur eine herausgegriffene Einzelbeobachtung wird angeführt, nämlich die Löslichkeit von Chromalaun in gesättigter rein wässriger Lösung von Thonerdealaun, um die Bemerkung daran zu knüpfen, dass Herr Lecoq dieses Factum bereits selbst früher constatirt habe. Wenn dagegen die Lösung Ammoniak enthalte, so sei der Chromalaun nicht merklich löslich. Ich habe mich durch neue Versuche überzeugt, dass die Anwesenheit von etwas Ammoniak in der Lösung des Thonerdealauns die mikroskopisch sichtbaren Auflösungserscheinungen am Chromalaun nicht merklich modificirt.

***) Sitz.-Ber. der Wiener Akad. **72**, II, 707.

netes Material, sonst nicht nachweisbare Spuren von Anätzung und Wachsthum noch sicher zu erkennen.

Nach dieser allgemeineren Bemerkung über den Unterschied des Verfahrens wende ich mich zu den beiden von Herrn Lecoq gegen mich speciell angeführten Versuchen. Der eine bestand darin*), dass ein mit einer Rinde von Thonerdealaun überwachsenes Oktaëder von Chromalaun in eine mit etwas Ammoniak versetzte gesättigte Lösung der ersteren Alaunart gebracht wurde. Durch geringe Verdünnung und Temperatursteigerung löste sich allmälig der grösste Theil der Rinde, während die blosgelegten Theile des Kernes von Chromalaun, trotz monatelangen Verweilens in der nahezu gesättigten Lösung von constant erhaltener Temperatur unangegriffen blieben. Herr Lecoq folgerte hieraus die Unlöslichkeit des Chromalauns in einer Lösung von Thonerdealaun, die verdünnt genug war, um ihren eigenen Krystall allmälig aufzulösen.

Hierzu muss ich bemerken, dass die von Herrn Lecoq beobachtete Glattflächigkeit der entblössten Flächentheile des Chromalauns nicht absolut deren Unangegriffensein beweist, was Herr Lecoq stillschweigend voraussetzt. Während der langen Zeit des Versuchs konnte der Chromalaun sehr gut angeätzt werden, und später durch Absatz von etwas wenigem Thonerdealaun glattflächig ausgeheilt sein, was sich durch nachherige Betrachtung des Krystalls nicht erkennen lässt, wie ich mich soeben durch mehrere Versuche überzeugt habe, bei denen ich geätzten Chromalaun in mit Alkali versetzter Lösung von Thonerdealaun eben nur bis zur Wiederherstellung der Glattflächigkeit ausheilen liess. Herr Lecoq konnte daher die Flächen des Chromalauns vollkommen glatt und glänzend finden, ohne dass sie es in jedem Stadium des Versuchs auch wirklich gewesen zu sein brauchten.

Da die Lösung nur wenig durch Verdünnung vom Sättigungspunkt entfernt wurde, sich durch Auflösung der Rinde des Versuchskrystalls auch wieder mit Thonerdealaun anreicherte, und diese Anreicherung meinen früheren Untersuchungen zufolge hauptsächlich dem Lösungshof zu Gute kommen musste: so konnte erstens die (nicht verhinderte!) Verdunstung der Lösung leicht einen Sättigungsgrad herbeiführen, welcher zu der vermutheten kleinen Substanzausscheidung, resp. zur Ausheilung etwaiger Aetzfiguren des Chromalauns genügte. Zweitens wirkt auch in demselben Sinne der von Herrn K. v. Hauer**) angegebene und von mir in erweitertem Maasse bestätigte***) Austausch zwischen Krystall und isomorpher

*) Cpt. rend. **80**, I, 888.

) Sitz.-Ber. der Wiener Akad. **53 (2), 224.

***) Diese Zeitschr. **2**, 558—561.

Lösung, welcher hier für den Uebergang von Chromalaun in die Lösung die Abscheidung von etwas Thonerdealaun bedingen muss. Dass diese Ausfällung bei vollständiger Ruhe des Krystalls sogar in etwas verdünnter Lösung möglich ist, habe ich ebenfalls bereits mitgetheilt*).

Wegen dieser soeben besprochenen Unsicherheit hinsichtlich des Aussehens des Krystalls zu verschiedenen Zeiten des Versuchs, ist derselbe für die von Herrn Lecoq behauptete Unlöslichkeit des Chromalauns nicht beweisend. Dadurch aber, dass bei den von mir angestellten Versuchen der Krystall fortwährend mikroskopisch beobachtet wird, ist diese Unsicherheit vermieden, und konnten auf diese Weise auch aufeinanderfolgende, sich in ihrem Effect aber aufhebende Vorgänge zur Wahrnehmung gelangen.

In der vorliegenden Mittheilung des Herrn Lecoq giebt Derselbe wenigstens zu, dass, wenn die Auflösung der Rinde von Thonerdealaun eine etwa raschere sei, der Chromalaun angegriffen würde, jedoch beschränke sich die Erosion auf die Würfelflächen desselben, während die Oktaëderflächen unangegriffen blieben.

Dass Letzteres durch den besprochenen Versuch nicht sicher erwiesen, habe ich oben gezeigt; ausserdem constatiren meine Beobachtungen den Angriff auch der Oktaëderflächen.

Herr Lecoq hält seine Trägheitshypothese durch das vermeintliche verschiedene Verhalten der Hexaëder- und Oktaëderflächen für hinreichend gestützt. Doch liesse sich ein verschiedenes Verhalten krystallographisch ungleichwerthiger Flächen eines Krystalls gegen seine Lösung — an sich theoretisch durchaus nicht unwahrscheinlich — übrigens ebenso gut zu Gunsten der von Herrn Lecoq de Boisbaudran bekämpften Anschauungen des Herrn Pfaundler deuten. Ohne auf die Discussion der theoretischen Seite der Sache einzugehen — zu welcher mir das Material sicher beobachteter Thatsachen noch nicht auszureichen scheint —, will ich mich darauf beschränken zu zeigen, dass ein solches ungleiches Verhalten verschiedener Flächen, hier speciell ein gänzliches Fehlen des Wachsthums auf einer Flächenart, während die andere rasch wächst, auch in einem anderen, gleichfalls älteren Versuche des Herrn Lecoq, welchen er jetzt als zweites Argument gegen mich aufführt, thatsächlich nicht existirt.

Sein Versuch bestand darin, dass ein in rein wässriger Lösung gebildetes Kubooktaëder von Thonerdealaun in eine gesättigte Lösung desselben Salzes, die mit etwas Ammoniak versetzt war, eingelegt und täglich etwas leicht übersättigte Lösung noch hinzugefügt wurde. Das Oktaëder geht dann bekanntlich allmälig in den Würfel (welcher die der basischen Lösung des Alauns entsprechende Form ist) über. Herr Lecoq mass nun

---

*) a. a. O. S. 575.

während dieser Umwandlung die Abstände der Hexaëderflächen des Krystallkerns, und giebt an, dass sich diese Abstände nicht veränderten. Er schliesst daraus, dass auf den Hexaëderflächen gar kein Wachsthum stattgefunden hätte, dass dieselben also sich träge verhalten in einer Lösung, welche die Oktaëderflächen zu raschem Wachsen bringt.

Herr Pfaundler hat bereits darauf aufmerksam gemacht, dass die blosse Dickemessung des Krystalls nicht fein genug ist, um das Fehlen jeglicher Substanzabscheidung auf den Hexaëderflächen hier zu beweisen, und ich selbst finde bei der jetzt angestellten mikroskopischen Wiederholung des Versuchs, dass auch auf den Hexaëderflächen des ursprünglichen Kubooktaëders sofort die deutlichsten und regelmässigsten hexaëdrischen Fortwachsungen sichtbar werden, sobald sich ein Substanzabsatz auf den Oktaëderflächen zeigt.

Ich stellte den Versuch wiederholt mit einigen, 2—3 mm grossen, ganz durchsichtigen Krystallen von Ammoniakthonerdealaun an, die in einer (filtrirten) mit Ammoniak versetzten Lösung in einem Uhrglase lagen, und bei schwacher Vergrösserung mit dem Mikroskop beobachtet wurden. Ich ertheilte der gesättigten Lösung eine minimale Verdünnung, so dass der eingelegte Krystall eben noch angeätzt wurde. Begann nun durch die Verdunstung der Lösung deren Uebersättigung und damit das Wachsen des Krystalls, so zeigte das beginnende Ausheilen der Aetzfiguren äusserst scharf den Anfang der Substanzabscheidung auf den Oktaëderflächen an*); von diesem Augenblick an erschienen auch die Fortwachsungen auf den Hexaëderflächen**). Bei der hier hinreichenden ganz schwachen Vergrösserung und durch Auf- und Abbewegen des Tubus kann man während des Versuchs beide Flächenarten an demselben Krystall im Auge behalten. Stellt man gerade eine Kante $\infty O \infty / O$ (001/111) ein, so sieht man sehr schön, wie die dort gebildeten Fortwachsungen sich regelmässig sowohl in die Hexaëder- als auch in die Oktaëderflächen hinein erstrecken und sich nach beiden Richtungen vergrössern.

Ich hatte schon bei meinen früheren Arbeiten gefunden***), dass bei den Alaunen in ihrer eignen rein wässrigen oder angesäuerten Lösung, sowie in den Lösungen anderer Alaunarten sowohl Wachsthum als Anätzung merklich gleichzeitig auf Oktaëder- und Hexaëderflächen eintritt. Meine jetzigen Beobachtungen mit basischer Lösung, wie sie Herr Lecoq verwendete, bestätigen und erweitern meine damaligen Resultate†).

---

*) Vergl. hierzu meine Beob. a. a. O. Diese Zeitschr. 2, 144.

**) Deren Formen und Verwandlungen ich beschrieben habe: a. a. O. S. 574—575.

***) Diese Zeitschr. 2, 574.

†) Dass übrigens bei hinreichend langem Verweilen des Krystalls in der Lösung bei dem zuletzt besprochenen Versuche die Zunahme des Kerns auch senkrecht zu den

Hiermit wird auch der zweite Versuch des Herrn Lecoq als Beweis für die Trägheit der Hexaëderflächen im Vergleich zu den Oktaëderflächen hinfällig. Das Wachsthum auf den Hexaëderflächen ist nicht gleich Null.

Die noch nicht genügend erklärte Thatsache, dass das Wachsthum auf den Oktaëderflächen in diesem Falle ein rascheres ist, als auf den Hexaëderflächen, so lange der Uebergang des Oktaëders in das Hexaëder dauert, gehört nicht mehr hierher. Dieser Uebergang einer Form in eine andere in Folge einer durch fremde Zusätze bewirkten Veränderung der Lösung stellt sich als ein specieller Fall des »Ausheilens« dar, bei welchem wir nicht nur verschiedenen Formen zugehörige Flächen desselben Krystalls mit verschiedener Wachsthumsgeschwindigkeit begabt sehen, sondern auch die einzelnen Flächen derselben Form, ja sogar die verschiedenen Stellen einer und derselben Fläche.

Die Frage des Herrn Lecoq de Boisbaudran, es sei ihm unverständlich, wie ich so delicate Versuche, zu denen er Monate und Jahre gebraucht habe, in einigen Minuten hätte anstellen können, und dazu in einem Laboratorium von nicht absolut constanter Temperatur, — eine Frage, welche geeignet ist, bei Denjenigen, welche meine bezüglichen Arbeiten nicht verfolgt haben, die Resultate derselben in Bausch und Bogen zu verdächtigen, erledigt sich einfach dadurch, dass durch meine neue Methode mit Benutzung der Aetzfiguren, wenn der Versuch hinreichend vorbereitet ist, die Entscheidung selbst fast momentan oder in wenigen Minuten hervortritt.

Dadurch war aber nicht allein die schwierig erfüllbare Forderung des Arbeitsraumes von absolut constanter Temperatur ganz eliminirt, es wurde mir auch eine massenhafte Wiederholung und Abwechslung der Versuche möglich. So stehen denn den wenigen makroskopischen Beobachtungen des Herrn Lecoq laut meinem Arbeitsjournal mehr als 1500 mikroskopisch verfolgte und mit den Vorsichtsmaassregeln einer Präcisionsarbeit ausgeführte Versuche gegenüber.

Dass es aber auf die Verfeinerung der Beobachtungsmethode hier ganz wesentlich ankam, ergiebt sich leicht aus folgender Ueberlegung: die Zu- oder Abnahme der Masse des Krystalls ist in genau gesättigter Lösung gleich Null, und bei sehr kleinen Aenderungen der Concentration

---

Hexaëderflächen ganz bemerkbar wird, hat schon Biot (Mémoires de l'Académie des sciences, 18, 558, optisch nachgewiesen. Auch giebt derselbe an (ibid. S. 556), dass dabei einzelne der Oktaëderflächen zuweilen ganz zurückbleiben und nicht in eine Hexaëderecke verwandelt werden, woraus sich also auch ein unter Umständen ungleiches Verhalten der Flächen ein- und derselben Form gegen die Lösung ergiebt.

eine äusserst geringe. Die Grenzen, innerhalb deren der Krystall bei Concentrationsschwankungen unverändert zu bleiben scheint, werden also je nach der Feinheit der Mittel, mit denen man die stattgefundene Veränderung des Krystalls untersucht, weiter oder enger gefunden werden. Herr Lecoq hielt nach seinen makroskopischen Beobachtungen diese Grenzen für ziemlich weit; ich selbst fand durch Einführung des Mikroskops in den Versuch, dass dieselben den von Herrn Lecoq durch die Eingangs citirten Sätze behaupteten Betrag keineswegs erreichen.

VII. Correspondenzen, Notizen und Auszüge.

1. A. von Lasaulx (in Breslau): **Ueber einen kleinen Apparat zum Messen des Winkels der opt. Axen im Mikroskop** (a. d. Bullet. de la Soc. Belge de Microscopie à Bruxelles. Séance du 28. Août 1878, p. CCCXXXVI, vom Verf. mitgetheilt). Der kleine Apparat ist dazu bestimmt, auf das durch Abheben des Okulars in ein Polarisationsinstrument für convergentes Licht verwandeltes Mikroskop auf die Hülse des oberen Nicols aufgesetzt zu werden. Er dient dazu, behufs Bestimmung des scheinbaren Winkels der optischen Axen eine möglichst genaue Messung des Abstandes der Polpunkte der Lemniscatensysteme zu erzielen, die dann mit dem Abstande dieser Pole in einem Glimmerblatt von bekanntem, vorher mit dem Axenwinkelapparat möglichst genau gemessenem Axenwinkel verglichen werden. So kann der gesuchte Axenwinkel annähernd gefunden werden.

In einem senkrechten dunklen Schirm, der seitlich vom oberen Ende des Tubus, durch einen horizontalen Arm mit diesem verbunden, angebracht ist, befindet sich ein feiner, mittelst Schraube länger oder kürzer zu öffnender horizontaler Spalt. Die jedesmalige Länge des Spaltes giebt eine neben demselben angebrachte Theilung an. Das helle Bild dieses Spaltes wird von einem feinen Glasplättchen (Deckglas) das mit einer Neigung von 45^0 über dem Okular des oberen Nicols steht, reflectirt und gelangt so in das Auge des Beobachters. Durch das Glasplättchen hindurch sieht Derselbe im Mikroskope gleichzeitig das Interferenzbild des zu prüfenden Mineralplättchens. Die Beweglichkeit des Schirmes und des reflectirenden Glasplättchens gestatten es leicht, das helle Bild des Spaltes so mit dem Interferenzbilde zur Coincidenz zu bringen, dass der Spalt in der Ebene der opt. Axen liegt. Durch Verlängern oder Verkürzen desselben erreicht man dann ferner, dass er genau dem Abstande der Polpunkte der Hyperbeln entspricht. Man liest dann die Länge des Spaltes auf der Rückseite ab. Die Vergleichung mit dem ebenso gemessenen Abstande der Pole im Glimmerblatt ergiebt den gesuchten Axenwinkel. Auch in Oel lassen sich u. d. Mikroskope hiermit Messungen ausführen; immer natürlich nur bei nicht sehr grossen Axenwinkeln. Die Genauigkeit der erhaltenen Resultate ist natürlich nur annähernd, die Fehler übersteigen jedoch $1-2^0$ nicht. Der Apparat ist durch den Mechaniker Vetter in Breslau ausgeführt worden.

2. Th. Hiortdahl (in Christiania): **Krystallformen einiger ätherschwefelsaurer Salze** (aus den »Forhandlinger i Videnskabs Selskabet Christiania 1879« vom Verfasser mitgetheilt).

1. Aethylschwefelsaures Zink, $Zn(C_2H_5SO_4)_2 + 2H_2O$.

Monoklin.

$$a : b : c = 0,7166 : 1 : 0,9776$$
$$\beta = 80^0\ 27'.$$

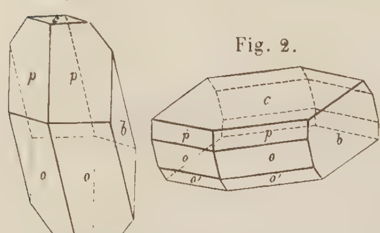


Fig. 1. Fig. 2.

Die beobachteten Formen sind:

p	c	b	o	o'
∞P	oP	$\infty \mathcal{R} \infty$	$+P$	$+\frac{1}{2}P$
110	001	010	$11\bar{1}$	$11\bar{2}$

Die Krystalle sind gewöhnlich nach der Verticalaxe verlängert, selten tafelförmig nach der Basis.

Ausgezeichnete Spaltbarkeit nach $c(001)$.

	n*)	Berechnet:	Gemessen:
$co = (001)(\bar{1}11)$	7	—	*64° 56'
$co' = (001)(\bar{1}12)$	4	42° 52'	42 53
$oo' = (11\bar{1})(11\bar{2})$	3	22 3	21 53
$po = (110)(11\bar{1})$	4	32 51	32 23
$pc = (110)(001)$	5	—	*82 13
$pp = (110)(1\bar{1}0)$	5	—	*70 30
$pb = (110)(010)$	3	54 45	54 39
$oo = (11\bar{1})(1\bar{1}\bar{1})$	2	63 42	63 11
$ob = (11\bar{1})(010)$	2	58 20	58 9

Die tafelförmigen Krystalle sind mitunter Zwillinge nach der Basis; Winkel $(11\bar{1})[\bar{1}1\bar{1}]$ berechnet 50° 8', gemessen 50° 29'.

2. Aethylschwefelsaures Kadmium $Cd(C_2H_5.SO_4)_2 + 2H_2O$.

Monoklin.

$$a : b : c = 0,7165 : 1 : 0,9728$$
$$\beta = 79^0\ 42',$$

mit dem vorigen isomorph.

Die Krystalle sind theils tafelförmig nach der Basis, theils nach der Klinodiagonale verlängert, so dass sie durch Vorherrschen von $b(010)$ und c (001) als vierseitige Prismen erscheinen.

Die Spaltbarkeit ist unvollkommen nach $b(010)$.

	n	Berechnet:	Gemessen:
$oc = (11\bar{1})(00\bar{1})$	6	—	*65° 15'
$oc = (11\bar{1})(001)$	2	114° 45'	114 47
$oo' = (11\bar{1})(11\bar{2})$	2	22 11	22 16
$o'c = (11\bar{2})(00\bar{1})$	3	43 4	43 24
$op = (11\bar{1})(110)$	4	33 19	33 15
$pc = (110)(001)$	5	—	*81 36
$pc = (110)(00\bar{1})$	3	98 24	98 22
$pb = (110)(010)$	3	—	*54 49
$pp = (110)(1\bar{1}0)$	1	70 22	70 19
$oo = (11\bar{1})(1\bar{1}\bar{1})$	1	63 52	63 17
$ob = (11\bar{1})(010)$	3	58 4	57 49

*) Zahl der gemessenen Kanten.

Einige dieser Winkel sind den entsprechenden des schwefelsauren Kadmiums ähnlich, bei dem $pp = 70^0\ 26'$ und $oo = 64^0\ 24'$.

3. Aethylschwefelsaures Kobalt $Co(C_2H_5.SO_4)_2 + 2H_2O$.

Rhombisch.

$a : b : c = 0,3201 : 1 : 1,0331$.

Beobachtete Formen:

p	p'	b	q
∞P	$\infty\breve{P}2$	$\infty\breve{P}\infty$	$\breve{P}\infty$
110	120	010	011

Fig. 3.

Die Krystalle sind tafelförmig nach $b(010)$.

	n	Berechnet:	Gemessen:
$pb = (110)(010)$	9	—	$*72^0\ 15'$
$pp = (110)(1\bar{1}0)$	5	$35^0\ 30'$	35 26
$p'l = (120)(010)$	6	57 22	57 25
$pp' = (110)(120)$	5	14 50	14 38
$ql = (011)(010)$	8	—	*44 4
$qq = (011)(0\bar{1}1)$	3	91 52	91 48
$pq = (110)(011)$	1	77 21	77 30

4. Aethylschwefelsaures Kupfer $Cu(C_2H_5.SO_4)_2 + 4H_2O$.

Rhombisch.

$a : b : c = 0,7494 : 1 : 0,6744$

o	c	a	b
P	oP	$\infty\bar{P}\infty$	$\infty\breve{P}\infty$
111	001	100	010

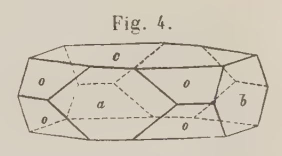


Fig. 4.

Die Krystalle sind theils achtseitige Tafeln nach der Basis, theils vierseitige Prismen von $c(001)$ und $b(010)$ gebildet und nach der Brachydiagonale verlängert. Die Flächen der Pyramide treten oft unvollzählig auf.

Spaltbar nach c.

	n	Berechnet:	Gemessen:
$co = (001)(111)$	7	—	$*48^0\ 22'$
$oo = (111)(11\bar{1})$	2	$82^0\ 53'$	83 16
$ob = (111)(010)$	4	—	*63 22
$oa = (111)(100)$	3	53 17	53 16

5. Isobutylschwefelsaures Barium $Ba(C_4H_9.SO_4)_2 + 2H_2O$.

Monoklin.

$a : b : c = 0,8897 : 1 : 1,5282$

$\beta = 84^0\ 36'$.

o	c	q	p	p'
$-P$	oP	$P\!\!\!/\infty$	∞P	$\infty P\!\!\!/2$
111	001	011	110	120

Die Krystalle sind grosse, meist sehr dünne, oblonge Tafeln nach der Basis,

in der Richtung der Klinodiagonale verlängert. Das Klinoprisma $p'(120)$ tritt ziemlich häufig auf, aber nur mit zwei Flächen, die an der rechten Seite der Symmetrieebene liegen; die Krystalle sind somit h e m i m o r p h.

Vollkommene Spaltbarkeit nach der Basis.

Fig. 5.

Fig. 6.

	n	Berechnet:	Gemessen:
$cp = (001)(110)$	2	86° 12′	*86° 7½′
$cp = (00\bar{1})(110)$	3	93 48	*93 43
$co = (001)(111)$	3	63 17	63 26
$co = (00\bar{1})(111)$	3	116 43	116 42
$op = (111)(110)$	2	22 55	22 51
$cq = (001)(011)$	5	56 41	*56 34
$cq = (001)(01\bar{1})$	3	123 19	*123 12
$qq = (011)(01\bar{1})$	2	66 38	66 31
$pp \doteq (110)(1\bar{1}0)$	1	—	*83 3
$pp' = (110)(120)$	1	19 1	19 44
$pq \doteq (110)(011)$	1	58 53	58 23
$cp' \doteq (001)(120)$	1	87 30	87 32
$cp' \doteq (00\bar{1})(120)$	1	92 30	92 33
$op' = (111)(120)$	1	30 35	30 12
$qp \doteq (011)(120)$	1	45 15	46 10

Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene; die Mittellinie ist beinahe senkrecht auf der Basis.

3. A. A. Julien (in New York): **Cymatolith von Goshen in Massachusetts** (Am. Journ. Sc. III, **17**, 398, Mai 1879). Mit diesem Namen wurde durch S h e p a r d ein bei Norwich und Goshen, Massachusetts, mit Spodumen zusammen vorkommendes Zersetzungsprodukt des letzteren belegt (s. D a n a, Mineralogy, 1868, S. 455). Die Analyse eines ähnlichen Minerals von Goshen führte den Verf. zu Resultaten, welche von denen B u r t o n's (l. c.) einigermaassen abweichen, und er schlug daher für dasselbe den Namen »Aglait« vor (Engin. a. Min. Journ. April 1877, s. auch diese Zeitschr. **3**, 110). Jetzt veröffentlicht er nun die folgende neue Analyse des Minerals, aus welcher er schliesst, dass dasselbe identisch mit dem früher von S h e p a r d und B u r t o n untersuchten sei und daher den Namen »Cymatolith« führen müsse.

		Sauerstoff:
SiO_2	58,11	30,99
Al_2O_3	24,38	11,38
Fe_2O_3	1,66	0,49
MnO	0,18	0,04
MgO	0,75	0,30
CaO	0,48	0,14
Li_2O	0,09	0,05
Na_2O	2,57	0,66
K_2O	8,38	1,42
H_2O	2,58	2,29
organ. Subst.	0,43	
	99,61	

Ref.: E. S. D a n a.

4. W. J. Comstock (in New Haven): **Analyse des Tetraedrit von Huallanca in Peru** (Amer. Journ. of Sc. III, **17**, 401, Mai 1879). Die Gruben von Hualanca, von Henry Sewell im »London Mining Journal« beschrieben, liegen an der Ostseite der peruanischen Anden, 14700 Fuss (engl.) über dem Meere und 4000′ über der Stadt Huallanca. Das Erz, silberhaltiges Fahlerz, findet sich in Höhlungen des Gesteins von oft 25—30′ Länge und zwar in Krusten, welche aus glänzenden, manchmal über 2 Zoll dicken Krystallen bestehen. Von einem durch Herrn Sewell nach New Haven gesandten Stücke wurde ein Theil zur Analyse benutzt. Spec. Gewicht 4,7.

	I.	II.	Mittel:
S	26,69	26,79	26,74
Sb	9,08	9,04	9,06
As	13,35	13,62	13,49
Ag	3,95	3,77	3,86
Cu	39,01	39,16	39,09
Fe	5,46	—	5,46
Zn	2,14	—	2,14
	99,68		99,84

Hieraus folgt für die an die einzelnen Metalle gebundene Schwefelmenge (*S*) und für das Atomverhältniss:

	S			
Sb	3,56	*S*	0,8356	0,8356
As	8,57	*Sb*	0,0743	0,2528
		As	0,1785	
Ag	0,57	*Ag*	0,0179	0,4567
Cu	9,87	*Cu*	0,3083	
Fe	3,12	*Fe*	0,0975	
Zn	1,06	*Zn*	0,0330	
	26,75			

Daraus ergiebt sich das folgende Verhältniss:

$$R_2S_3 : RS = 2528 : 9134 = 1 : 3,6.$$

Ref.: E. S. Dana.

5. C. Rammelsberg (in Berlin): **Ueber die Zusammensetzung des Petalits und Pollucits von Elba** (Mon.-Ber. der Berl. Akad. d. Wiss. 1878, S. 9—14). Der Verf. untersuchte durchsichtige, farblose Stücke vom spec. Gewicht 2,735, als Pollux von S. Piero bezeichnet, und fand, dass diese ein Gemenge von Petalit (Castor) und Pollucit (Pollux) seien.

Einige isolirte Bruchstücke hatten dagegen das spec. Gewicht 2,868, d. i. nahezu dasjenige des Pollucit. Diese ergaben:

				Atomverhältniss:	
H^2O	2,59	*H*	0,29		29
Cs^2O	30,00	*Cs*	28,30	21,3	30,3
K^2O	0,47	*K*	0,39	1,0	
Na^2O	2,48	*Na*	1,84	8,0	
Al^2O^3	16,31	*Al*	8,68		15,9
SiO^2	(48,15)	*Si*	22,47		80
	100,00				

Hieraus folgt die Formel:

$$H^2 \overset{I}{R^2} Al^2 Si^5 O^{15}$$

welche, unter der Annahme, dass $(Na, K) : Cs = 3 : 7$, erfordert:

H^2O	2,82
Cs^2O	31,01
Na^2O	2,92
Al^2O^3	16,12
SiO^2	47,13
	100,00

Ein anderes Stück erwies sich durch sein spec. Gewicht 2,386 als Petalit und lieferte:

Glühverlust	0,34		
Kali	0,43	K	0,357
Natron	1,04	Na	0,774
Lithion	2,77	Li	1,293
Thonerde	17,55	Al	4,615
Kieselsäure	(78,07)	Si	36,43
	100,00		

Hier ist $\overset{I}{R} : Al^2 : Si = 1,34 : 1 : 8,2$, wofür der Verf. $1,5 : 1 : 7,5$ setzt. Alsdann würde sich die bisher für Petalit angenommene Formel

$$\overset{I}{R^6} Al^8 Si^{30} O^{75}$$

ergeben; es müsste aus dem Mineral, wie der Verf. glaubt, ein kleiner Theil der Alkalien durch Zersetzung entfernt worden sein.

Ref.: P. Groth.

6. C. Dölter (in Graz): **Ueber Diopsid** (Tschermak's min. u. petrograph. Mittheil. 1878, S. 49—70). Im Anschluss an seine frühere Arbeit über Augit (s. diese Zeitschr. **2**, 525 f.) untersuchte der Verf. nunmehr die thonerdeärmeren Pyroxene der Varietät Diopsid. Von diesen ist leichter reines Material zu erhalten, d. h. solches, das höchstens 1 % mikroskopischer Einschlüsse enthält, auf welche übrigens Rücksicht genommen werden soll bei der Diskussion der Analysen. Die letztere wird ausführlich erst am Schlusse seiner Untersuchungsreihen vom Verf. gegeben werden.

1. Diopsid von Achmatowsk; lichtgrüne, durchsichtige, über 1 cm lange Krystalle mit den Flächen (110) (010) (100) (310) (001) (111) ($\bar{1}$11) ($\bar{2}$21), auf derbem Quarz aufgewachsen; spec. Gewicht 3,169.

		Daraus berechnet sich:		Quotienten:	Atomverh.:
SiO^2	54,45	Si	25,40	0,9098	262
CaO	24,89	Ca	17,78	0,4445	128
MgO	15,65	Mg	9,392	0,3913	114
FeO	3,81	Fe (als Oxydul)	2,963	0,0529	16
Fe^2O^3	0,55	Fe (als Oxyd)	0,385	0,0069	2
Al^2O^3	0,99	Al	0,527	0,0192	6
	100,34	O	43,453	2,722	786

Dies entspricht nahezu einer Mischung von

$$\left.\begin{array}{r}111\ CaMg\,Si^2O^6\\ 16\ CaFe\,Si^2O^6\end{array}\right\} = 42\ R^2Si^2O^6$$

$$\left.\begin{array}{r}3\ MgAl^2Si\,O^6\\ Mg\,Fe^2Si\,O^6\end{array}\right\} = 1\ RR^2Si\,O^6$$

2. Lichter Diopsid vom Zillerthal; lose, vollkommen durchsichtige und sehr reine Krystalle der Combination: (010)(100)(110)($\bar{1}$11)($\bar{2}$21).

		daraus folgt:		Quotient:
SiO^2	54,85	Si	25,59	0,9142
CaO	24,99	Ca	17,85	0,4463
MgO	16,02	Mg	9,61	0,4005
FeO	3,29	Fe	2,64	0,0471
Fe^2O^3	0,15			
Al^2O^3	0,25			
	99,55			

Da dieser Diopsid fast absolut frei von Sesquioxyden, so ist Ca ziemlich genau $= Mg + Fe$; die Zahlen entsprechen einer Mischung von 90 resp. 10% der beiden ersten von den oben angeführten vier Silicaten:

3. Dunkelgrüner Diopsid vom Zillerthal; nur durch die Farbe vom vorigen unterschieden; spec. Gewicht 3,192.

		Daraus berechnet sich:		Quotienten:	Atomverhältn.:
SiO^2	54,23	Si	25,31	0,9038	162
CaO	24,69	Ca	17,63	0,4409	79
MgO	16,38	Mg	9,83	0,4095	74
FeO	3,09	Fe (als Oxydul)	2,40	0,0429	8
Fe^2O^3	0,89	Fe (als Oxyd)	0,62	0,0111	2
Al^2O^3	1,22	Al	0,65	0,0238	4
	100,50	O	43,56	2,722	245

Die vier obigen Silicate sind hier in dem Verhältnisse 71 : 8 : 2 : 1 gemischt, d. h. $R^2Si^2O^6$ und RR^2SiO^6 annähernd = 26 : 1.

4. Diopsid aus dem Staate New York (ohne näheren Fundort); körnig-stängelig, frei von Beimengungen; spec. Gewicht 3,201.

SiO_2	52,79	Si	24,649	0,8798	229
CaO	24,91	Ca	17,790	0,4448	115
MgO	16,09	Mg	9,654	0,4023	104
FeO	5,02	Fe (als Oxydul)	3,904	0,0697	18
Fe_2O_3	0,62	Fe (als Oxyd)	0,434	0,0077	8
Al_2O_3	1,45	Al	0,773	0,0282	2
	100,88	O	42,805	2,6743	696

Dies ergiebt das Verhältniss der vier Silicate = 98 : 18 : 4 : 1 oder $R^2Si^2O^6 : RR^2SiO^6 = 23 : 1$.

5. Diopsid von Arendal. Grosse Prismen (010)(100)(110)(001), aufgewachsen auf Malakolith und Magneteisen. Spec. Gewicht 3,242.

				Quotient:	Atomverh.:
SiO_2	53,28	Si	24,86	0,8880	131
CaO	24,29	Ca	17,35	0,4397	64
MgO	15,63	Mg	9,38	0,3910	57
FeO	4,50	Fe (als Oxydul)	3,50	0,0625	9
Fe_2O_3	1,08	Fe (als Oxyd)	0,76	0,0135	2
Al_2O_3	1,37	Al	0,73	0,0266	4
	100,15	O	43,42	2,714	401

Die vier Silicate stehen im Verhältniss 54 : 9 : 2 : 1 oder $R^2Si^2O^6 : RR^2SiO^6$ = 21 : 1.

6. Baikalit vom Baikalsee; hellgrüne stängelige Massen, vollkommen rein. Spec. Gewicht 3,242. Es wurden zwei Analysen ausgeführt.

	I.	II.	Mittel.			Quotient.:	Atomv.:
SiO_2	54,01	53,89	53,95	Si	25,173	0,8992	185
CaO	25,02	25,25	25,14	Ca	17,960	0,449	92
MgO	16,27	16,52	16,40	Mg	9,840	0,410	84
FeO	3,49	3,49	3,49	Fe (als Oxydul)	2,715	0,0485	10
Al_2O_3	0,99	0,94	0,97	Fe (als Oxyd)	0,546	0,0975	2
Fe_2O_3	0,84	0,73	0,78	Al	0,517	0,1887	4
	100,62	100,82	100,73	O	43,249	2,700	552

Unter Annahme obiger isomorpher Verbindungen erhalten wir sie im Verhältniss 81 : 10 : 2 : 1 oder Monoxyd- zu Sesquioxydverbindung im Verhältniss 30 : 1.

7. Diopsid von Nordmarken; sehr reine grosse Krystalle der Comb. (110) (100) (010) ($\bar{1}$01) ($\bar{2}$21) (001), in Kalkspath eingewachsen. Specifisches Gewicht 3,311.

				Quotient:	Atomverh.:
SiO_2	50,91	Si	23,76	0,848	131
CaO	22,93	Ca	16,38	0,4095	64
MgO	7,21	Mg	4,32	0,1904	28
FeO	17,34	Fe (als Oxydul)	13,50	0,2408	39 (Fe + Mn)
Fe_2O_3	0,76	Mn	0,21	0,00379	
Al_2O_3	0,17	Al	0,09	0,003368	2 (Al + Fe)
MnO	0,21	Fe (als Oxyd)	0,53	0,0095	
	99,53	O	41,21	2,575	400

Dieser Diopsid ist also fast ganz frei von Sesquioxyden, denn er enthält auf 1 Mol. $Mg(Fe, Al)^2SiO^6$ 27 Mol. $MgCaSi^2O^6$ und 38 Mol. $FeCaSi^2O^6$ (Hedenbergit).

8. Hedenbergit von Tunaberg; abgerundete schwarzgraue, tafelförmige Krystalle, mit Kobaltglanz und Quarz, welche Mineralien auch in jenen eingeschlossen vorkommen, aber mechanisch fast vollkommen zu entfernen sind. Spec. Gewicht 3,492.

				Quotient:	Atomverh.:
SiO_2	47,62	Si	22,22	0,7936	43
CaO	21,53	Ca	15,37	0,3845	21
MgO	2,76	Mg	1,65	0,0690	3
FeO	26,29	Fe	20,45	0,3658	19
Fe_2O_3	0,10	Al	1,00	0,0366	2
Al_2O_3	1,88	O	39,31	24,57	134
	100,18				

Da die Bestimmung des Eisens aus dem Oxydul und aus den gesammten Oxyden desselben nur um 0,10% differiren, ist das Mineral vielleicht ganz frei von Fe^2O^3. Alsdann ist seine Zusammensetzung:

$$2\ Ca\,Mg\,Si^2\,O^6$$
$$19\ Ca\,Fe\,Si^2\,O^6$$
$$1\ Mg\,Al^2\,Si\,O^6$$

Aus dieser Analyse ersieht man deutlich, dass auch da, wo nur geringe Mengen von Sesquioxyden vorhanden sind, die erforderliche Menge *Mg* erscheint.

9. Pyroxen von Arendal; 2 cm lange, dick säulenförmige Krystalle auf körnigem Malakolith; Comb. (100)(010)(110)(̄111); der zuweilen eingemengte Calcit wurde mit Essigsäure entfernt, der mikroskopisch erkennbare Magnetit betrug höchstens 1%. Spec. Gewicht 3,291.

				Quotienten:	Atomverhältn.:
Kieselsäure	45,50	*Si*	21,23	0,7583	200
Kalkerde	22,25	*Ca*	15,89	0,3955	104
Magnesia	8,45	*Mg*	5,07	0,2118	56
Eisenoxydul	15,59	*Fe*	12,13	0,2166	56
Eisenoxyd	0,60	*Fe*	0,42	0,0075	2
Thonerde	7,17	*Al*	3,82	0,1395	36
	99,56				

Nimmt man das Fe^2O^3 als von beigemengtem Magnetit herrührend und die entsprechende Menge FeO (0,26) als in Oxyd umgewandelt an, so erhält man eine Mischung von 2 Mol. Magnesiakalksilikat, 3 Eisenkalksilikat und 1 Magnesiathonerdesilikat.

Resultate. Die hier mitgetheilten Analysen beweisen, dass es unmöglich ist, die Pyroxene als Mischungen von Bisilikaten mit freier Thonerde und Eisenoxyd aufzufassen, dass ferner auch bei denen, welche eine geringe Menge von Sesquioxyden enthalten, letztere nicht durch Verunreinigungen erklärt werden können. Dagegen steht die Zusammensetzung der analysirten Varietäten, wie die obigen Berechnungen zeigen, im Einklange mit der von Tschermak aufgestellten Ansicht, nur erscheint zuweilen, z. B. bei dem Pyroxen von Arendal, auch die Annahme eines Silikates $Ca\,Al^2Si\,O^6$ nothwendig, da hier etwas CaO im Ueberschuss auftritt. Die meisten Analysen entsprechen auch der Ansicht von Knop, nach welcher die drei Verbindungen $R^3Si^3O^9$, $R^3Al^2O^9$, $R^2Si^3O^9$ in den Augiten gemischt sind.

Ref.: P. Groth.

7. Derselbe, über Akmit und Aegirin (Ebenda, S. 372—386). Da die bisherigen Analysen der natronhaltigen Glieder der Pyroxen- und Amphibolgruppe wenig übereinstimmen, untersuchte der Verf. auch diese nach den bereits früher dargelegten Gesichtspunkten.

1. Aegirin von Brevig. Die früheren Analysen von Pisani, Rammelsberg, Gutzkow und Rube schienen nicht mit reiner Substanz ausgeführt worden zu sein. Das vom Verf. benutzte Material bestand aus einem grossen prismatischen, vollkommen frischen Krystall, welcher jedoch parallel den Spaltungsflächen eingelagerten Orthoklas und nicht selten schwarze Körner von Titan- oder Magneteisen enthielt, welchen der in früheren Analysen gefundene Titangehalt zuzuschreiben ist. Während letzteres entfernt werden konnte, war dies bei dem Feldspath nicht möglich; die nach Beseitigung der grösseren Partikel

bleibende Menge, über 2%, muss daher bei der Analyse berücksichtigt werden. Es wurde gefunden:

	I.	II.	Mittel:
SiO_2	51,54	51,94	51,74
Fe_2O_3	26,38	25,96	26,17
FeO	3,24	3,72	3,48
Al_2O_3	0,58	0,36	0,47
MnO	0,35	0,57	0,46
CaO	4,85	5.29	5,07
MgO	1,94	1,64	1,79
K_2O	0,34	0,34	0,34
Na_2O	11,02	11,02	11,02
	100,24	100,84	100,54

Spec. Gewicht 3,501.

Nimmt man die 0,34% K^2O als dem beigemengten Feldspath gehörig an, so entsprechen diesen 1,30% SiO^2 und 0,37% Al^2O^3, welche somit abzuziehen wären. Betrachtet man ferner CaO, MgO und FeO in Form von Diopsid und Hedenbergit isomorph beigemengt, so ergeben sich: 9,66% Diopsid, bestehend aus 2,50 CaO, 1,79 MgO, 5,37 SiO^2 und 11,38% Hedenbergit, zusammengesetzt aus 2,57 CaO, 3,30 FeO, 5,51 SiO^2. Es bleiben dann kleine Mengen von FeO und MnO übrig, welche nicht weiter berücksichtigt wurden. Der übrige Rest beträgt:

		auf 100 berechnet:
SiO^2	39,56	51,54
Fe^2O^3	26,17	34,10
Na^2O	11,02	14,36
	76,75	100,00

Das Silikat $Na^2Fe^2Si^4O^{12}$ erfordert:

SiO^2	51,95
Fe^2O^3	34,64
Na^2O	13,41
	100,00

Das untersuchte Mineral würde eine isomorphe Mischung von ungefähr 77% dieses, des eigentlichen Aegirinsilikates, mit 9,9% Diopsid, 11,6 Hedenbergit und, wenn man das Mangan als $CaMnSi^2O^6$ annimmt, von 1,5% des letzteren Silikates darstellen.

2. Akmit. Die vorhandenen Analysen weichen von einander und von der Zusammensetzung des Aegirinsilikates, welches Tschermak auch für den Akmit annimmt, beträchtlich ab. Das Material ist sehr schwer frisch zu erhalten: von Beimengungen blieb in dem vom Verf. untersuchten nur etwas Quarz. Spec. Gewicht 3,520. Die Analyse ergab:

SiO_2	51,35
Fe_2O_3	32,11
FeO	2,59
Al_2O_3	1,59
MnO	0,37
CaO	Spur
MgO	—
K_2O	Spur
Na_2O	11,39
	99,40

Da CaO und MgO fehlen, ist eine isomorphe Beimengung von Diopsid und Hedenbergit, wie sie beim Aegirin nachgewiesen wurde, nicht vorhanden. Schlägt man den Mangangehalt zum Eisenoxydul, die Thonerde zum Eisenoxyd, so ergiebt sich:

		Berechnet:
SiO^2	51,35	51,95
Fe^2O^3	33,70	34,64
FeO	2,96	—
Na^2O	11,39	13,41
	99,40	100,00

Die berechneten Zahlen entsprechen der Formel $Na^2Fe^2Si^4O^{12}$. Um nun den Eisenoxydulgehalt im Akmit zu erklären, könnte man annehmen, dass FeO mit Fe^2O^3 und Al^2O^3 in Silikaten der Formel

$$FeAl^2SiO^6$$
und $FeFe^2SiO^6$

(analog den von Tschermak im Augit angenommenen Magnesiasilikaten) vorhanden wäre. 1,59 % Al^2O^3 würden dann 0,93 SiO^2 und 1,11 FeO und die restirenden 1,48 FeO würden 1,23 SiO^2 und 3,30 Fe^2O^3 erfordern. Zieht man dies von der Analyse ab, so bleibt:

		auf 100 berechnet:	N. d. F. $Na^2Fe^2Si^4O^{12}$ berechnet:
SiO^2	48,60	54,72	51,95
Fe^2O^3	28,81	32,45	34,64
Na^2O	11,39	12,83	13,41
	88,80	100,00	100,00

Der Ueberschuss an SiO^2 dürfte vielleicht zum Theil der kleinen Menge beigemengten Quarzes zuzuschreiben sein, die Abweichung im Eisenoxydgehalt der Anwesenheit zersetzter Theilchen.

Ref.: P. Groth.

8. Derselbe, über Spodumen und Petalit (Ebenda, S. 517—538). Für den Spodumen wurde bisher die Formel $Li^6Al^8Si^{15}O^{45}$ angenommen, welche von der des isomorphen Akmit- und Aigirinsilikates verschieden ist; indess ist zu bemerken, dass die vorhandenen Analysen nicht unbeträchtlich von einander abweichen und zum Theil sich der Formel $Li^2Al^2Si^4O^{12}$ nähern. Manche derselben sind zu verwerfen, wie diejenige des Spodumen von Ratschinges bei Sterzing in Tirol wegen der stets vorhandenen Beimengungen von Glimmer, Chlorit u. a., ebenso die Rammelsberg'sche Analyse des Spodumen von Sterling in N. Jersey, weil sie mit zersetztem Material ausgeführt wurde.

Der Verf. wandte bei seinen Analysen zur Aufschliessung Flusssäure ohne Zusatz von Schwefelsäure an, weil durch deren Ausfällung mit Baryt viel Lithion mit dem durch kohlensaures Ammon gefällten kohlensauren Baryum mitgerissen wird. Es wurde daher Salzsäure benutzt und daraus die Thonerde gefällt, dies aber mehrere Male wiederholt, um sie von Lithium zu befreien. Der Kalk wurde mit Oxalsäure, die Spuren von Magnesia mit Quecksilberoxyd gefällt, Natrium und Lithium (eventuell Kalium) wurden als Chloralkalien gewogen und das Lithium als phosphorsaures Salz bestimmt *).

*) Diese auch von Berwerth bei den Lithionglimmern angewandte Methode giebt nach Rammelsberg zu viel Lithion (vergl. diese Zeitschr. **3**, 649). Der Ref.

1. Spodumen von Norwich. Durchscheinende spaltbare Massen, welche leicht von dem begleitenden Quarz, Feldspath und Glimmer zu trennen sind, ergaben:

Kieselsäure	63,79
Thonerde	27.03
Eisenoxydul	0,39
Kalkerde	0,73
Magnesia	0,21
Lithion	7,04
Natron	1,10
Kali	0,12
	100,41

Der Verf. nimmt betreffs des Kaligehaltes an, dass derselbe von eingemengtem Orthoklas (dieser würde 0,74% betragen) herrühre. Die grüne Färbung betrachtet er als verursacht von einer Beimischung von Hedenbergit, welcher sich aus dem Eisenoxydul zu 1,46% berechnen würde; die kleine Magnesiamenge entspräche dann 1,12% Diopsid, worauf nur eine zu vernachlässigende Quantität (0,10%) CaO übrig bliebe. Der Rest, auf 100 berechnet, giebt:

				Atomverhältniss:	
SiO^2	63,82	Si	29,78		1,064
Al^2O^3	27,70	Al	14,76		0,538
Li^2O	7,25	Li	3,38	0,483	0,520
Na^2O	1,13	Na	0,84	0,037	

Dies entspricht sehr nahe der Formel:

$$Li^2Al^2Si^4O^{12}$$

2. Spodumen von Brasilien; unvollkommen ausgebildete, nach einem Prisma von 87° spaltbare Bruchstücke von lichtgelbgrüner Farbe; vor Kurzem von Pisani, welcher jedoch seine Methode nicht angiebt, analysirt (siehe diese Zeitschr. **2**, 109). Der Verf. fand:

SiO_2	63,34
Al_2O_3	27,66
FeO	1,15
CaO	0,69
Na_2O	0,98
Li_2O	7,09
	100,91

Ausserdem Spuren von MgO und MnO. Zieht man den CaO nebst den entsprechenden Mengen, nämlich 0,90 resp. 1,40% FeO und SiO^2 als Hedenbergit ab, so bleibt (abgesehen von 0,26% FeO), auf 100 berechnet:

				Quotienten:	
SiO^2	63,25	Si	29,48		1,053
Al^2O^3	28,24	Al	14,90		0,543
Li^2O	7,24	Li	3,38	0,483	0,516
Na^2O	1,01	Na	0,76	0,033	

Die Formel $\overset{I}{R}{}^2Al^2Si^4O^{12}$ würde, unter Annahme von 93% Lithionsilikat und 7% Natronsilikat, erfordern:

$Si O_2$	64,01
$Al_2 O_3$	27,42
$Li_2 O$	7,50
$Na_2 O$	1,07
	100,00

Hieraus würde demnach sich die Formel des Spodumens als:

$$\overset{I}{R}{}^2 Al^2 Si^4 O^{12}$$

ergeben, d. h. als der eines Lithionaugites entsprechend den im Akmit und Aigirin vorliegenden Natronaugiten, welche jedoch statt der Thonerde Eisenoxyd enthalten (s. S. 92, 93).

Petalit.

Dieses Mineral wird von Rammelsberg (Mineralchemie) als isomorph mit dem Spodumen betrachtet. In der That lassen sich beide auf sehr ähnliche Grundformen zurückführen, wie folgende, auf Des Cloizeaux's Angaben beruhende Elemente zeigen:

Spodumen: $a : b : c = 1{,}124 : 1 : 0{,}641$
$\beta = 69^0\ 40'$

Petalit: $a : b : c = 1{,}153 : 1 : 0{,}743$
$\beta = 67^0\ 34'$

Spaltbarkeit und optische Eigenschaften sind dagegen bei beiden Mineralien verschieden.

Aus den vorhandenen Analysen des Petalit leitete Rammelsberg*) die Formel:

$$(Li, Na)^6 Al^8 Si^{30} O^{75}$$

ab. Unter der Annahme, dass die Lithionbestimmung zu niedrig, die der Thonerde zu hoch ausgefallen sei, glaubt der Verf. für das Mineral die Zusammensetzung

$$(Li, Na)^2 Al^2 Si^{10} O^{24}$$

annehmen zu dürfen. Die Abweichungen von den durch diese Formel erforderten Zahlen, welche die Analysen zeigen, erklärt der Verf. durch isomorphe Beimischung eines thonerdereicheren und kieselsäureärmeren Silikates von der Formel des Spodumen. Um die Möglichkeit der Isomorphie eines solchen mit Petalit zur Anschauung zu bringen, verdoppelt er die Formel des Spodumen und schreibt:

Spodumen: $\overset{I}{R}{}^4 Al^4 Si^8 O^{24}$

Petalit $\overset{I}{R}{}^2 Al^2 Si^{10} O^{24}$

Es würde also hier $\overset{I}{R}{}^2 Al^2$ durch die gleichwerthige Gruppe Si^2 ersetzt werden, ebenso wie im Anorthit und Albit $CaAl^2$ und Si^2 einander ersetzen.

[Nach der Ansicht des Ref. bedarf die vorliegende Frage noch weiterer Untersuchung, namentlich erneuter sorgfältiger Analyse reinen und frischen Petalits, da auch bei dem neuerdings von Rammelsberg (s. S. 88) untersuchten Material einerseits nicht auf absolute Reinheit Rücksicht genommen zu sein scheint, andererseits, wie der Verf. mit Recht bemerkt, der Glühverlust eine begonnene Zersetzung nachweist.]

Ref.: P. Groth.

*) S. auch S. 88.

9. A. Damour (in Paris): **Ueber Titanolivin** (Bull. d. l. soc. min. d. France, **2**, 15—16, Jan. 1879). Der Verf. lehrte bereits 1855 (Ann. d. Mines **8**, 90) ein titanhaltiges Magnesiasilikat von der Formel des Olivin, von Pfunders in Tirol stammend, kennen. Das gleiche Mineral fand Derselbe neuerdings auf dem Findelengletscher bei Zermatt im Wallis, woselbst es kleine Nester und Körner in grossen Blöcken von Talkschiefer bildet, welche an verschiedenen Stellen auf der westlichen Moräne jenes Gletschers zerstreut sind. Diese Blöcke sind von kleinen schneeweissen Kalkspathadern durchsetzt, in denen der Olivin eingewachsen erscheint. Er ist, wie der von Pfunders, von rother, dem Almandin ähnlicher Farbe, hat orangegelben Strich, ist in dünnen Schichten durchsichtig und zeigt ausgesprochenen Pleochroismus. Die Krystalle sind wohl als rhombisch zu erkennen, aber niemals deutlich ausgebildet, meist rissig und leicht zerbröckelnd. Härte 6—7. Spec. Gewicht 3,27.

Giebt beim Erhitzen Spuren von Wasser; vor dem Löthrohr ist das Mineral unschmelzbar und wird schwarz und undurchsichtig. Das Pulver wird von Salzsäure zersetzt, wobei Titansäure zurückbleibt, während die Lösung beim Verdampfen Gallerte liefert. Chemische Zusammensetzung:

		Sauerstoff:	
SiO^2	36,14	19,27	21,68
TiO^2	6,10	2,41	
MgO	48,31	19,09	
FeO	6,89	1,53	20,67
MnO	0,19	0,05	
Glühverlust	2,23		
	99,86		

Diese Analyse ergiebt also, wie die des ganz ähnlich zusammengesetzten Minerals von Pfunders, die einem titanhaltigen Peridot entsprechende Formel:

$$(Mg,Fe)^2(Si,Ti)O^4.$$

Ref.: P. Groth.

10. J. Thoulet (in Paris): **Notiz über Chromeisen** (Ebenda, S. 34—37, Febr. 1879). Der Verf. fand diese Substanz in dünnen Schichten mit rothgelber Farbe durchsichtig und häufig mit kleinen Körnern von Magneteisen imprägnirt. Da die gleiche Erscheinung vom Picotit erwähnt wird, erscheint die Existenz dieses, als eines wirklich einfachen Minerals zweifelhaft. Die Durchsichtigkeit des Chromeisens wird ferner dadurch bestätigt, dass eine polirte Platte desselben das Licht bei der Reflexion gradlinig polarisirt; aus dem Polarisationswinkel ergab sich der Brechungsexponent (für Natrium?) zu 2,0965.

Ref.: P. Groth.

11. Lecoq de Boisbaudran (in Cognac): **Trägheit der Krystallflächen gegenüber ihrer Mutterlauge** (Résistance au changement d'état des faces cristallines en présence de leur eau-mère. Ebenda, S. 37—40, Febr. 1879). Der Inhalt dieser Mittheilung ist in dem S. 76 f. abgedruckten Aufsatze des Hrn. Klocke so vollständig wiedergegeben, dass ein Auszug an dieser Stelle überflüssig erscheint.

P. G.

12. Ch. Friedel (in Paris): **Ueber die Pyroelectricität des Topas, der Blende und des Quarzes** (Ebenda, S. 31—34, Febr. 1879). Der Verf. verwendete zu seinen Untersuchungen ein Thomson'sches Electrometer (Modell Branly), mit dessen Nadel eine metallene Halbkugel verbunden ist, welche auf 100° erwärmt und dann schnell mit dem kalten Krystall in Berührung gebracht wird, und zwar nach einander mit zwei entgegengesetzten, natürlichen oder künstlichen Flächen desselben, welche normal zur Axe der Pyroelectricität stehen. Die beiden so erhaltenen, entgegengesetzten Ausschläge der Nadel sind sehr gross beim Turmalin, bei den im Folgenden erwähnten Substanzen zwar geringer, aber immer noch merklich. Dieses Verfahren erfordert ziemlich grosse Krystallplatten, hat aber den Vortheil, dass die von der äusseren Form der Krystalle herrührenden Erscheinungen eliminirt werden.

Topas zeigte senkrecht zur Spaltbarkeit eine Axe polarer Pyroelectricität, wie derselbe bekanntlich auch zuweilen eine etwas verschiedene Ausbildung an beiden Enden derselben Axe (der Verticalaxe) erkennen lässt.

Die Zinkblende von Picos de Europa ist polar pyroelectrisch nach den trigonalen Axen, so dass also Flächen und gegenüberliegende Ecken des Tetraëders sich entgegengesetzt verhalten.

Am Quarz fand der Verf. die Kanten des Prisma abwechselnd entgegengesetzt electrisch, diejenigen, an denen die Rhombenflächen ($2P2$) auftreten, in ihrer ganzen Ausdehnung positiv, die drei anderen negativ. Die drei Nebenaxen würden also hier die Axen der Pyroelectricität sein, während in der Hauptaxe ein Gegensatz nicht hervortritt.

Ref.: P. Groth.

13. E. Mallard (in Paris): **Krystallform des Ferromangan** (Ebenda, S. 47—50, Febr. 1879). Bekanntlich ist das Spiegeleisen seines Mangangehaltes wegen sehr geeignet zum Bessemern, wesshalb man jenen zu erhöhen gesucht und die unter dem Namen »Ferromangan« bekannten Legirungen mit 11 bis zu 83% *Mn* dargestellt hat, deren krystallographische Untersuchung Gegenstand vorliegender Mittheilung ist.

Zwischen 11 und c. 52% Mangangehalt bleibt die Form ganz dieselbe: die Masse besteht aus tafelförmigen Krystallen nach (010), an den Seiten begrenzt von (110), dessen Winkel 67° 27′, ohne Endflächen. Zwischen 52 und 55% Mangangehalt erfährt die Krystallform einen schroffen Wechsel; die Substanz besteht dann aus lose an einander gelötheten Stäbchen von hexagonalem Querschnitt, welche, wenn rhombisch, die Combination (110)(010) mit ungefähr gleicher Beschaffenheit und einem nur sehr wenig von 60° abweichenden Winkel darstellen. Durch Analysen wurde nachgewiesen, dass die Krystalle stets dieselbe Zusammensetzung haben, wie die derbe Masse.

Ref. P. Groth.

14. Graf von Limur (auf Schloss Limur bei Vannes, Depart. Morbihan): **Mineralfundorte in den Pyrenäen** (Explorations minéralogiques dans les Hautes-Pyrénées ou indic. topogr. de subst. peu comm., Vannes 1878). Diese kleine Brochüre hat den (auch für andere Gegenden nachahmenswerthen) Zweck, denjenigen Mineralogen, welche die Pyrenäen besuchen, die Fundorte einiger selteneren, daselbst vorkommenden Mineralien genau zu bezeichnen.

Couzeranit findet sich bei Bagnères de Bigorre, und zwar in grossen

durchscheinenden weissen Krystallen, eingewachsen in einen hellgrauen metamorphischen Kalkstein, an der Strasse von Ordizan, in der Nähe des »sablière de Ponzac« genannten Steinbruchs, ferner in einem Hohlwege dicht beim Dorfe Gerdes, am Eingang des Thales von Campan, endlich bei d'Asté in demselben Thale. Was den Dipyr betrifft, so betrachtet ihn der Verf. als identisch mit dem Couzeranit, von dem er sich nur dadurch unterscheide, dass er in einem talkartigen Thonschiefer auftritt; da wo dieser an die Couzeranit führenden Schichten angrenzt, nimmt der Dipyr ganz das Ansehen des letzteren an. Dem entsprechend macht der Verf. den (dem Ref. sehr richtig erscheinenden) Vorschlag, die Namen »Couzeranit« und »Dipyr« ganz fallen zu lassen und durch »Wernerit« (Skapolith) zu ersetzen.

Titanit, nach einer Mittheilung Zirkel's an den Verf. Al_2O_3 und Fe_2O_3 enthaltend, erscheint in honiggelben kleinen Krystallen als Gemengtheil eines Syenit, welcher nach Zirkel das titanitreichste bis jetzt bekannte Gestein bildet. Dasselbe steht unmittelbar bei der oben erwähnten »sablière de Ponzac« an.

Idokras in schönen dunkelgrünen Prismen mit Endausbildung, grosse Grossulare und blättriger violetter Axinit kommen im metamorphischen Kalk auf dem Pass zwischen den beiden Piks von Arbizon und Montfaucon vor.

Andalusit wird erwähnt aus den Schiefern im oberen Theile des Thales von Lesponne. Hierselbst findet sich auch blass graubrauner Axinit — da wo er in Quarz hinreinragt, oft auskrystallisirt, — mit Pyroxen, Quarz und Kalkspath ein Gestein bildend, welches von Frossard »Limurit« benannt worden ist.

Im Val d'Enfer treten im Serpentin kleine Gänge von strahligem Epidot und solche von blättrigem Eisenglanz auf; in zahlreichen Blöcken findet man daselbst einen Gabbro mit olivengrünem blättrigen Diallag.

Ref.: P. Groth.

15. G. A. König (in Philadelphia): **Thomsonit von Grand Morais, Lake Co, Minnesota** (The Naturalists Leisure Hour, 1878, Aug. Nr. 8). Das Mineral findet sich am Ufer des oberen Sees in glatten Kugeln, welche achatähnlich gefärbte Zonen zeigen und im Innern radialfaserig sind. Durchsichtig, glasglänzend. Härte 6. Spec. Gewicht 2,316. Bei 100° getrocknet gab die Substanz:

$Si\,O_2$	41,23
$Al_2\,O_3$ mit Spur $Fe_2\,O_3$	29,00
$Ca\,O$	11,60
$Na_2\,O$	4,86
$Mg\,O$, $Mn\,O$	Spuren
$H_2\,O$	14,06
	100,75

Ref.: P. Groth.

16. M. F. Heddle (in St. Andrews): **Analysen schottischer Mangangranate** (Mineral. Magaz. a. J. of the Min. Soc. 1878, **2**, Nr. 9, 85—87). Die untersuchten Granatvarietäten sind sämmtlich durchsichtig und schön roth gefärbt. 1) Zollgrosse Ikositetraëder aus einem Granitgang (mit grossen Muscovitkrystallen, schwarzem und grünem Turmalin, Zirkon, Apatit) im Gneiss zu Glen Skiagh in Rosshire; es wurden zwei verschieden (*b* mehr braunroth) gefärbte Varietäten analysirt:

	a	b
SiO_2	35,99	36,08
Al_2O_3	16,22	18,96
Fe_2O_3	8,64	7,03
FeO	23,27	21,56
MnO	15,24	13,61
CaO	0,40	0,90
MgO	0,47	1,77
H_2O	0,25	0,32
	100,48	100,23
Spec. Gew.	4,125	

2) Hellrothe Krystalle derselben Form, ein wenig trübe und oft rissig; mit blassgrünem Glimmer, schwarzem Turmalin und kleinen braunen Zirkonkrystallen in einem feldspathreichen Granit, südlich von Struay Bridge in Rosshire:

SiO_2	35,69
Al_2O_3	15,80
Fe_2O_3	21,08
FeO	14,94
MnO	11,43
CaO	1,12
H_2O	0,06
	100,09

3) Granat von Ben Resipol in Argyllshire. Dieser findet sich in einem Granitgang, bestehend aus milchweissem Feldspath, wenig Quarz und Glimmer, in kleinen, aber schön roth gefärbten Krystallen von folgender Zusammensetzung:

SiO_2	36,85
Al_2O_3	21,24
Fe_2O_3	7,38
FeO	18,38
MnO	14,46
CaO	0,77
MgO	0,85
	99,93

Ref.: P. Groth.

17. J. B. Hannay (in Glasgow): **Ueber Youngit** (Min. Mag. 2, Nr. 9, 88—89). Ein grobkrystallinisches, bis auf sehr kleine Beimengungen von Pyrit homogenes Erz von Ballarat, Victoria, lieferte bei der Analyse:

Pb	26,02	27,73
Zn	35,42	36,62
Fe	9,16	8,73
Mn	1,28	1,30
Sb	0,25	—
S	27,43	27,28
SiO_2	0,13	0,10
	99,69	99,76

Spec. Gew. 4,56. Die Analysen führen zu der Formel: $10ZnS + 3(Fe, Mn)S + 2PbS$, welche sehr ähnlich ist derjenigen, die der Verf. für den früher von ihm beschriebenen »Youngit« (s. diese Zeitschr. **3**, 110), aufgestellt hat. Diese (allerdings nicht vollständige — der Ref.) Uebereinstimmung betrachtet der Verf. zugleich als einen Beweis dafür, dass der Youngit kein mechanisches Gemenge sei, wie von anderer Seite (auch vom Ref. a. a. O.) behauptet worden ist.

Réf.: P. Groth.

18. H. How (in Windsor, N. Scotia): **Beiträge zur Mineralogie von Nova Scotia** (Min. Mag. **2**, Nr. 10, 134—141). Das bereits früher vom Verf. beschriebene Mineral »Mordenit« (nach dem Fundort Morden, Kings Co, N. Scotia) findet sich im »Trapp«, zusammen mit Baryt, Apophyllit, Gyrolith und einem prehnitartigen Mineral, in Form platter Geoden, welche im Innern fasrig und parallel den Fasern leicht spaltbar sind. Härte über 5. Das Mittel von fünf gut übereinstimmenden Analysen gab:

SiO_2	68,40
Al_2O_3	12,77
CaO	3,46
Na_2O	2,35
H_2O	13,02
	100,00

Der Mordenit ist somit unter den Zeolithen, zu welchen ihn Dana stellt, der kieselsäurereichste. Am Cape Split in der Bai von Fundy (an welcher auch Morden liegt) fand sich dasselbe Mineral in runden, mit schönen Stilbitkrystallen überzogenen Massen in einer thonigen Substanz, welche eine Höhlung im Trapp erfüllte. Diese etwas veränderte Varietät schlägt der Verf. vor, Steelit zu nennen.

An dem letzterwähnten Fundorte kommt ferner Natrolith in ausgezeichneten Krystallen mit Endflächen, Stilbit, Analcim und Apophyllit vor. An derselben Bai liegt auch der durch das Vorkommen von Gmelinit (mit Kalkspath, Amethyst, Heulandit und Cacholong) bekannte Fundort Cap Blomidon. Besonders grosse Krystalle von Stilbit, Heulandit und Laumontit finden sich bei Hall's Harbour, südlich von Scott's Bai.

Ref.: P. Groth.

19. J. Gamper (in Wien): **Alpine Phosphate** (Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt, 1878, p. 611—618).

1) Blauspath von Steiermark. Verf. hält die von J. Roth in seiner Arbeit »über Serpentin und die genetischen Beziehungen desselben« (Abhandlungen der Berliner Akad. der Wiss., 1868, 329) aufgestellte Hypothese über die Bildung von Thonerdephosphaten nicht für anwendbar zur Erklärung des Blauspaths auf den alpinen Lagerstätten von Krieglach und Fischbach, und kommt zu der Ansicht, dass »vielleicht die Thatsache nicht unmöglich wäre, dass eine saline, phosphorsäurehaltige Quelle bei der Entstehung des Blauspaths die wichtigste Rolle gespielt hatte.«

2) Lazulith von Zermatt. Diesen bereits von Kenngott (Minerale der Schweiz, p. 363) beschriebenen Blauspath hat Verf. mikroskopisch und chemisch untersucht. Unter dem Mikroskop zeigt der Lazulith von Zermatt die deutlichste

krystallinische Structur und Dichroismus. Auch ist er »von Quarztheilchen und Glimmerflitterchen auf das Innigste durchwebt.« Die chemische Zusammensetzung ist folgende:

$$
\begin{array}{rl}
P_2O_5 = & 42,97 \\
Al_2O_3 = & 28,06 \\
MgO = & 8,64 \\
FeO = & 11,91 \\
H_2O = & 5,61 \\
\hline
 & 97,19 \\
\text{verunreinigende } SiO_2 = & 3,04 \\
\hline
 & 100,23
\end{array}
$$

Den Gehalt an SiO_2 erklärt Verf. durch den mechanisch beigemengten Quarz*). Für die Formel des Lazuliths von Zermatt findet er annähernd den Ausdruck

$$2R_3P_2O_8 . 3Al_2P_2O_8 . 2H_6Al_2O_6 + \tfrac{2}{5}H_2O$$

in welchem Mg und Fe als R zusammengefasst sind. Verf. glaubt, dass diese Formel der von Rammelsberg für den Lazulith aufgestellten

$$R_3P_2O_8 . 2Al_2P_2O_8 . H_6Al_2O_6$$

vorzuziehen sei, zumal auch der Lazulith von Nordcarolina nach den von Brush und Smith gefundenen Zahlen sich besser an die von ihm als an die von Rammelsberg aufgestellte Formel anschliesse. Letzterer Lazulith würde nämlich annähernd die Formel

$$2R_3P_2O_8 . 3Al_2P_2O_8 . 2H_6Al_2O_6 + \tfrac{3}{5}H_2O$$

besitzen.

Ref.: H. Bücking.

20. E. Döll (in Wien): **Notizen über Pseudomorphosen** (Verhandlung. der k. k. geol. Reichsanstalt, Wien 1878, 57). Es werden erwähnt Limonit nach Beryll**) aus dem »Granit« von Aschaffenburg, vanadinsaures Bleioxyd (Dechenit) nach Bleiglanz (Oktaëder) von Niederschlettenbach in Rheinbaiern und Smaltit in Form von Baryttäfelchen von Johanngeorgenstadt.

Ref.: H. Bücking.

21. J. v. Schröckinger (in Wien): **Dietrichit, ein neuer Alaun aus Ungarn** (Ebenda, S. 189—191). Dieser neue Zinkalaun kommt in Felsöbanya in schmutzigweissen Aggregaten feinfasriger Nadeln von nicht bestimmbarer Krystallform vor. Härte = 2,1. In Wasser vollkommen löslich. Das Krystallwasser geht erst beim Erhitzen über 250° C. gänzlich fort. Herr Dietrich in Pribram führte die Analyse dieses nach ihm benannten Minerals aus:

---

*) Auf den Glimmer, mit welchem der Lazulith »auf das Innigste durchwebt« ist, sodass die Annahme nahe liegt, dass derselbe auf das Resultat der Analyse von wesentlichem Einflusse sei, hat Verf. keine Rücksicht genommen. Der Ref.

**) Vergl. über das Vorkommen von Beryll und Apatit im »Gneiss« von Aschaffenburg auch Sandberger, Neues Jahrb. f. Min., Geologie und Paläontologie 1878, S. 842. Der Ref.

	Gefunden:			Berechnet:
ZnO	3,70	8,88 (ZnO, FeO, MnO, MgO)	ZnO	8,82
FeO	3,11			
MnO	1,74			
MgO	0,33			
Al_2O_3	10,92		Al_2O_3	11,22
SO_3	35,94		$4SO_3$	34,86
H_2O	44,38		$23H_2O$ *)	45,10
	100,12			100,00

Das Mineral soll ein Product neuerer Zeit sein und sich noch immer fort auf einer Strecke in der Grossgrube zu Felsöbanya bilden.

Ref.: A. Arzruni.

22. R. Raffelt: Aluminit von Mühlhausen bei Kralup (Ebenda, S. 360). In dem durch öfteres Auftreten von Kohlenschmitzen interessanten Quadersandstein von Mühlhausen fand sich ein weisses nierenförmiges Mineral, das nach einer Analyse des Herrn John in Wien folgende Zusammensetzung zeigte:

Al_2O_3	29,84	29,77
SO_3	23,15	23,23
H_2O	47,01	47,01

(rechte Spalte: nach der Formel.)

Dieses Resultat entspricht ziemlich genau der Formel des Aluminits

$$Al_2O_3SO_3 + 9H_2O.$$

Ref.: H. Bücking.

23. K. John (in Wien): **Halloysit von Tüffer** (Ebenda, S. 386—387). Im Felsitporphyr des Tüfferer Zuges in Steiermark kommt, anscheinend gangförmig, ein dem Halloysit ähnliches Mineral vor. Es erscheint in unregelmässigen Knollen, die häufig einen halbdurchsichtigen steatitähnlichen Kern besitzen und nach aussen hin allmälig in eine weisse fettig anfühlbare Masse übergehen. Es wurden 1) eine halbdurchsichtige, 2) eine weisse compakte und 3) eine weisse erdige Varietät chemisch untersucht. Das Resultat der Analyse war folgendes:

	1.	2.	3.
SiO_2	38,37	38,68	40,07
Al_2O_3	33,31	33,02	34,53
H_2O (bis 100^0 C.)	15,75	14,97	12,30
H_2O (über 100^0 C. entweichend)	13,05	13,23	13,50
	100,48	99,90	100,40

Es folgt hieraus, dass die Zusammensetzung des Minerals ohne Rücksicht auf

*) Verf. nimmt zwar diese Menge Krystallwasser an; dieselbe ist jedoch unwahrscheinlich und wohl als $24H_2O$ aufzufassen. Allerdings giebt es andere Verbindungen, bei denen man $22H_2O$ annimmt (wie z. B. Mendozit — Natriumalaun, Pickingerit — Magnesiumalaun, Bosjemannit — Mangan-Magnesiumalaun, Halotrichit — Eisenalaun); dieselben scheinen aber sämmtlich nicht regulär, sondern monosymmetrisch zu krystallisiren. Der neue Zinkalaun würde aber seinem Wassergehalte nach nicht einmal in diese Gruppe gehören. Sollten die einzelnen Nädelchen nicht gestatten zu entscheiden, ob die Substanz einfach- oder doppeltbrechend ist, wodurch mit grösserer Sicherheit auf ihre Zusammensetzung geschlossen werden könnte? Der Ref.

den ziemlich schwankenden Wassergehalt der Formel $Al_2 Si_2 O_7$ entspricht. Die bei 100° C. getrocknete Substanz zeigt jedoch einen constanten Wassergehalt, und besitzt die gleiche Zusammensetzung wie Kaolin. Da aber die physikalischen Eigenschaften des Minerals nicht auf Kaolin passen, wird man es am besten zum Halloysit rechnen, dessen Zusammensetzung der Formel $Al_2 Si_2 O_7 + x$ aq entspricht.

Ref.: H. Bücking.

24. L. Sohnke (in Karlsruhe): **Ueber den Einfluss der Temperatur auf das optische Drehvermögen des Quarzes und des chlorsauren Natrons** (Wiedem. Ann. d. Phys. N. F. **3**, 516—531). Für den thermischen Drehungscoëfficienten des Quarzes, welcher angiebt, um wie viel jeder Grad des Drehungswinkels zunimmt bei einer Temperatursteigerung um 1° C., fand v. Lang:

$$\alpha = 0,000149 \pm 0,000003$$

während aus Fizeau's Angaben folgt:

$$\alpha = 0,000119$$

Diese Nichtübereinstimmung veranlasste den Verfasser zu eigenen Versuchen. Die Beobachtungen wurden mit einem Steinheil'schen Spektrometer nach der Broch'schen Methode und zwar mit Sonnenlicht angestellt und zu denselben eine Quarzplatte von 12,1 mm Dicke benutzt. Diese zeigte bei Zimmertemperatur (t) folgende Drehung (φ):

Fraunh. L.:	t	φ	Wahrscheinl. Fehler:
C	22,5 C.	208°,58	± 0°,06
D	23,0	262,18	0,04
E	24,2	333,48	0,04
F	22,5	395,68	0,04
G	23,2	515,73	0,07

Die Zunahme der Drehung $\triangle \varphi$ bei einer Temperaturerhöhung um $\triangle t$ (bei welcher sich der Quarz in einem Luftbade befand, dessen Temperatur längere Zeit constant gehalten wurde) betrug:

Fr. Linie:	t	$\triangle t$	$\triangle \varphi$	Wahrsch. Fehler:
C	22°,5	77°,3	2°,38	± 0°,12
D	23,0	77,3	3,03	0,05
E	24,2	76,5	3,62	0,06
F	22,5	77,4	4,43	0,06
G	23,2	76,8	6,10	0,12

Daraus folgt:

$\alpha = 0,000148^0$ für C
0,000150 - D
0,000142 - E
0,000145 - F
0,000155 - G

Mittel: $\alpha = 0,000148^0$

d. h. für alle Farben innerhalb der Fehlergrenze gleich und übereinstimmend mit dem von v. Lang gefundenen Werthe.

Eine zweite Beobachtungsreihe wurde, indem von einer etwas niedrigeren Zimmertemperatur ausgegangen und nur bis circa 72° erwärmt wurde, angestellt.

und hierbei $\alpha = 0{,}000124$, d. i. mit Fizeau's Werth übereinstimmend, gefunden.

Daraus folgt, dass der thermische Drehungscoëfficient bei niedrigeren Temperaturen kleiner ist, als bei höheren, dass also die Zunahme der Drehung nicht proportional der Temperaturzunahme, sondern schneller erfolgt. Durch Messungen, angestellt bei sechs verschiedenen Temperaturen, wurde gefunden, dass die Drehung sich befriedigend als Function der Temperatur durch eine Interpolationsformel von der Gestalt

$$\varphi = \varphi^0 + at + bt^2$$

darstellen lasse, in welcher für die untersuchte Platte die Constanten folgende Werthe besitzen:

$$\text{Drehung bei } 0^0, \text{ d. i. } \varphi^0 = 261{,}^\circ 257$$
$$a = 0{,}02611$$
$$b = 0{,}00008312$$

In folgender Tabelle sind die beobachteten und die nach obiger Formel berechneten Drehungen φ für die D-Linie zusammengestellt ($\triangle$ = Differenz beider, w wahrscheinlicher Fehler der Beobachtung):

t	φ beobachtet:	w	φ berechnet:	$\triangle$
15°,5 C.	261°,66	± 0°,06	261°,68	— 0°,02
54,4	262,97	0,05	262,92	+ 0,05
72,1	263,50	0,04	263,57	— 0,07
94,2	264,47	0,04	264,45	+ 0,02
135,2	266,37	0,04	266,31	+ 0,06
173,4	268,25	0,05	268,28	— 0,03

Wie die früher angeführten Versuche, so lehrten auch einige bei 170° C. angestellte Messungen mit verschiedenen Linien, dass die obige Gleichung, welche man auch folgendermassen schreiben kann:

$$\varphi = \varphi^0 (1 + 0{,}0000999\, t + 0{,}000000318\, t^2)$$

für alle Farben innerhalb der Fehlergrenzen gilt, d. h. die relative Zunahme des Drehungswinkels bei Temperatursteigerung ist für alle Farben merklich dieselbe.

Es schien von Interesse, auch die Abhängigkeit der Drehung von der Temperatur bei einem regulären Krystall, dessen Aenderungen der Dichte nach allen Richtungen die gleichen sind, kennen zu lernen. Der Verf. bestimmte zu diesem Zwecke zunächst für sieben Fraunhofer'sche Linien die absolute Drehung beim chlorsauren Natron (bei 21° C.), und fand:

B	C	D	E	F	G	H
2°,38	2°,52	3°,16	3°,96	4°,61	5°,89	6°,86

Die Messungen bei verschiedenen Temperaturen ergaben für die Drehung φ und deren Aenderung $\triangle\varphi$, bei einer Aenderung der Temperatur t um $\triangle t$, folgende Werthe, denen diejenigen von α, berechnet unter der Annahme, dass die Drehung sich proportional der Temperatur ändere, hinzugefügt sind:

Linie:	t	φ	$\triangle t$	$\triangle\varphi$	α
D	16°,2 C.	28°,97	84°,0 C.	1°,43	0,00059
-	-	-	131,4	2,27	0,00060
b	24,4	70,27	75,6	3,98	0,00076
F	24,5	82,22	78,0	3,05	0,00048

Die Beobachtungen für die *D*-Linie, bei drei verschiedenen Temperaturen, wurden an einem Krystall von 9,1 mm Dicke ausgeführt, für die Linie *F* mussten zwei Stücke, in der Gesammtdicke von 17,9 mm, hinter einander gestellt werden, um einen einigermassen deutlichen Streifen zu geben. Vor den Beobachtungen der Linie *b* wurden die Endflächen des Präparats noch einmal neu geschliffen und polirt, wodurch die Dicke auf 17,1 mm sank. Die obigen Zahlen sind also nicht unmittelbar vergleichbar, mit Ausnahme deren für α. Wenn auch den letzteren kein hohes Gewicht zugestanden werden kann, weil die Beobachtungen nicht so genau ausführbar waren, wie beim Quarz, so lehren sie doch zweifellos, dass die Drehung der Polarisationsebene im chlorsauren Natron mit steigender Temperatur zunimmt, und zwar stärker, als im Quarz. Als Mittelwerth des thermischen Drehungscoëfficienten ergiebt sich aus obigen Werthen: $\alpha = 0,00061$.

Ref.: P. Groth.

25. C. Dölter (in Graz): **Ueber ein neues Harzvorkommen bei Köflach in Steiermark** (Mittheil. d. naturwiss. Vereins f. Steiermark 1878). Der genaue Fundort des in zolldicken Schichten in der tertiären Braunkohle vorkommenden Harzes ist Lankowitz, Gottesgabschacht. Farbe dunkelbraun, dünne Splitter röthlichbraun durchscheinend; Bruch muschelig; spec. Gewicht 1,2—1,25. Leicht löslich in Aether, löslich in Schwefelkohlenstoff, unlöslich in Weingeist, absol. Alkohol und Kalilauge. Die Elementaranalyse, ausgeführt durch Herrn Andreasch, ergab nach Abzug von 1,90% Asche:

	Beobachtet:	Berechnet:
C	82,23	82,27
H	10,28	10,17
O	7,49	7,56
	100,00	100,00

Die berechneten Zahlen entsprechen der Formel $C_{29}H_{43}O_2$. Schmelzp. 98°, doch tritt bei weit niedrigerer Temperatur Erweichung ein. Durch Reiben electrisch.

Hiernach ist das Harz ein dem Jaulingit nahe stehender Retinit, welchen allgemeinen Namen, statt eines neuen, der Verf. für derartige stets gemengte Substanzen beizubehalten vorschlägt.

Ref. P. Groth.

26. V. v. Zepharovich (in Prag): **Halotrichit und Melanterit von Idria** (Sitz.-Ber. d. Wien. Ak. d. Wiss. **79**, I, März 1879). Im vorigen Jahre fanden sich im alten Mann (Versatz) des Bergbaues zu Idria ansehnliche, traubige und nierenförmige Massen, bestehend aus röthlichgelbem Haarsalz mit aufsitzenden, hellgrün durchsichtigen Eisenvitriol- (Melanterit-) Krystallen.

Die erstere Substanz, im Bruche fasrig oder aus dünnen Häutchen zusammengesetzt, ergab sich als ein etwas veränderter Eisenoxydul-, Magnesiaalaun oder Halotrichit. Die Analyse der von anhängendem Melanterit sorgfältig befreiten Fasern ergab Herrn Janovsky in Reichenberg:

	I	II	Mittel:
SO^3	33,48	—	33,48
Al^2O^3	10,88	10,75	10,82
Fe^2O^3	6,48	6,55	6,52
FeO	4,48	4,42	4,45
MgO	2,16	2,02	2,09
H^2O	42,98	43,01	42,99
			100,35

Spec. Gewicht 2,04. Nimmt man 1,45% Fe^2O^3 als zur Mischung des Salzes gehörig und 5,03 resp. 5,88 ($2Fe^2O^3.3H^2O$) als Beimengung, so ergiebt sich die Zusammensetzung sub I und II:

	I	II	III
SO^3	33,48	35,46	34,90
Al^2O^3	10,82	11,45	10,29
Fe^2O^3	1,45	1,53	1,40
FeO	4,45	4,71	4,36
MgO	2,09	2,22	1,94
H^2O	42,15	44,63	47,11
	94,44	100,00	100,00

Die Zahlen III entsprechen der Formel:

$$(Fe,Mg)(Al,Fe)^2S^4O^{16} + 24 \text{ aq}$$

unter Annahme der Verhältnisse $Fe : Mg = 5 : 4$, $Al : Fe = 9 : 1$. Diese Zusammensetzung ist aber diejenige eines wesentlich durch Austritt von Wasser veränderten Alaun.

Ein anderes Exemplar dieses Haarsalzes war durch den Hüttenchemiker Dietrich in Pribram mit folgenden Resultaten (I) analysirt worden:

	I	II
SO^3	34,52	34,78
Al^2O^3	7,06	7,13
Fe^2O^3	2,87	2,78
FeO	3,59	3,13
MgO	4,91	5,22
H^2O	46,92	46,96
	99,87	100,00

Der Verf. wies jedoch in dem untersuchten Material eine Beimengung kurzstängeliger Aggregate von Epsomit nach, und in der That lässt sich die Analyse I als die eines Gemenges von 78,4% Halotrichit und 21,6% Epsomit deuten. Ein solches von gleichen Molekülen der Verbindungen:

$$(Fe,Mg)(Al,Fe)^2S^4O^{16} + 23 \text{ aq}$$

und worin $Fe : Mg = 1 : 1$, $Al : Fe = 4 : 1$

$$(Mg,Fe)SO^4 + 7 \text{ aq}$$

worin $Mg : Fe = 13 : 1$

würde, unter Vernachlässigung der geringen Eisenmenge im Epsomit, die unter II stehenden Zahlen erfordern.

Ausser dem röthlichgelben Halotrichit wurde neuerdings auch apfelgrüner gefunden, welcher jedenfalls noch unverändert ist.

In Hohlräumen und auf der Oberfläche des Halotrichit sitzen die durchsichtigen, sehr glänzenden, blass berggrünen Krystalle des Melanterit, die, wie jener,

aus dem im Nebengestein der Lagerstätte in Menge vorkommenden Pyrit auf der Strecke entstanden sind. Dieselben ergaben bei der Messung erhebliche Abweichungen von den Angaben Rammelsberg's; dadurch, dass die Analyse eine Beimischung von Magnesiasulfat ergab, wurde es erforderlich, zur Vergleichung Messungen an Krystallen von reinem Eisenvitriol anzustellen; das Resultat war, dass auch diese von Rammelsberg's Zahlen abweichen und sich den älteren, in Brooke und Miller's Min. mitgetheilten nähern. Die Idrianer Melanteritkrystalle hatten nach Janovsky folgende Zusammensetzung:

				Mittel:	Berechnet:
SO^3	29,71	—	29,88	29,80	29,63
FeO	20,38	20,44	20,29	20,37	20,00
MgO	4,66	4,53	—	4,60	3,70
H^2O	—	45,07	—	45,07	46,67
				99,84	100,00

Die berechneten Werthe entsprechen der Formel:

$3(FeSO^4 + 7\text{ aq}) + (MgSO^4 + 7\text{ aq})$. Spec. Gewicht 1,79.

Die höchstens 1,5 mm grossen Krystalle zeigen die Combination (vergleiche Rammelsberg, kryst. Chem. S. 97, Fig. 117): $c = (001)oP$, $r' = (\bar{1}01)P\infty$, $p = (110)\infty P$, in der Regel nach der Kante $(\bar{1}10)(\bar{1}01)$ prismatisch entwickelt oder tafelförmig nach $(\bar{1}01)$; selten und stets sehr untergeordnet fanden sich: $q = (011)P\infty$, $r/_3 = (103) - \frac{1}{3}P\infty$, $r = (101) - P\infty$, $b = (010)\infty P\infty$, und an einem Krystall die neuen Formen $(301) - 3P\infty$ und $(\bar{1}05)\frac{1}{5}P\infty$. Die grösseren Flächen waren recht genau messbar.

$$a : b : c = 1,1803 : 1 : 1,5420$$
$$\beta = 75^0\ 36\tfrac{1}{2}'.$$

		Beobachtet:	Berechnet:
$p : p$	$= (110)(1\bar{1}0) =$	*97° 39′	—
$p : c$	$= (110)(001) =$	*80 35	—
$p : r'$	$= (\bar{1}10)(\bar{1}01) =$	*60 57	—
$c : r'$	$= (001)(\bar{1}01) =$	61 54½	61° 54¾′
$c : r$	$= (001)(101) =$	43 30 approx.	43 42
$c : r/_3$	$= (001)(103) =$	20 48 -	20 50½
	$(001)(301) =$	62 24 -	62 31¾
	$(001)(\bar{1}05) =$	15 4 -	15 9

Die Messungen an frisch dargestellten, höchstens 4 mm grossen Krystallen von reinem Eisenvitriol ergaben:

$$a : b : c = 1,1828 : 1 : 1,5427$$
$$\beta = 75^0\ 44\tfrac{1}{2}'.$$

Beobachtete Formen: $c = (001)oP$, $p = (110)\infty P$, $r = (101) - P\infty$, $r/_3 = (103) - \frac{1}{3}P\infty$, $q = (011)P\infty$, untergeordnet und selten: $r' = (\bar{1}01)P\infty$, $q/_3 = (013)\frac{1}{3}P\infty$, $o'\frac{1}{2} = (\bar{1}21)2P2$, $b = (010)\infty P\infty$.

		Berechnet:	Beobachtet:
$r : c$	$= (101)(001) =$	43° 44′	43° 46½′
$r/_3 : c$	$= (103)(001) =$	20 50½	20 53
$r' : c$	$= (\bar{1}01)(001) =$	61 46	61 35 approx.
$q : b$	$= (011)(010) =$	33 46½	33 45
$q : c$	$= (011)(001) =$	—	*56 13½

		Berechnet:	Beobachtet:
$q : r$	$= (011)(101) =$	66° 19′	66° 20′
$q/_3 : c$	$= (013)(001) =$	26 29½	26 27
$p : c$	$= (110)(001) =$	—	*80 41
$p : r$	$= (110)(101) =$	56 7	56 5
$p : q$	$= (110)(011) =$	44 14½	44 15
$p : p$	$= (110)(1\bar{1}0) =$	—	*97 48
$p' : r'$	$= (\bar{1}10)(\bar{1}01) =$	61 0	—
$p' : q$	$= (\bar{1}10)(011) =$	57 33½	57 35½
$o'\frac{1}{2} : b$	$= (\bar{1}21)(010) =$	25 37½	—
$o'\frac{1}{2} : c$	$= (\bar{1}21)(001) =$	78 11½	78 11
$o'\frac{1}{2} : r$	$= (\bar{1}21)(101) =$	96 38½	96 39½
$o'\frac{1}{2} : q$	$= (\bar{1}21)(011) =$	30 19½	30 15
$o'\frac{1}{2} : p'$	$= (\bar{1}21)(\bar{1}10) =$	27 14½	27 12
$o'\frac{1}{2} : o'\frac{1}{2}$	$= (\bar{1}21)(\bar{1}\bar{2}1) =$	128 44	128 40

Für die von Rammelsberg angegebenen, vom Verf. nicht beobachteten Formen ergaben sich aus obigen Elementen folgende Winkel:

		Berechnet:
$o : b$	$= (111)(010) =$	50° 43½′
$o : c$	$= (111)(001) =$	55 59½
$o : q$	$= (111)(011) =$	33 9½
$o/_2 : b$	$= (112)(010) =$	60 30½
$o/_2 : c$	$= (112)(001) =$	40 9
$o\frac{1}{2} : b$	$= (121)(010) =$	31 26½
$o\frac{1}{2} : c$	$= (121)(001) =$	67 51½
$o\frac{1}{2} : r$	$= (121)(101) =$	58 33½
$o\frac{1}{2} : o$	$= (121)(111) =$	19 17
$\frac{1}{2}o : b$	$= (211)(010) =$	63 37½
$\frac{1}{2}o : c$	$= (211)(001) =$	60 47½
$\frac{1}{2}o : q$	$= (211)(011) =$	50 9½
$\frac{1}{2}o : o$	$= (211)(111) =$	17 0

Zum Vergleich mit früheren Bestimmungen am Melanterit mögen die folgenden Daten dienen:

	$a : b : c$	β	$(110)(1\bar{1}0)$	$(110)(001)$
Brooke u. Miller*)	1,1800 : 1 : 1,5457	75° 40′	97° 39′	80° 37′
Senff**)	1,1793 : 1 : 1,5441	75 45	97 38	80 40
Rammelsberg***)	1,1704 : 1 : 1,5312	76 33	97 24	81 10
Zepharovich	1,1828 : 1 : 1,5427	75 44½	97 48	80 41

Die Messungen, welche vom Verf. an geeigneten Krystallen angestellt wurden, ergaben für gleiche Kanten rechts und links von der Symmetrieebene bis auf 1—2′ übereinstimmende Resultate, während von Kobell (Gelehrte An-

*) Mineralogy, 1852, S. 550. Die obigen drei Winkel sind übereinstimmend mit den Angaben in Mohs Min. 1839, S. 42 (die Winkel für g, v, t daselbst sind unrichtig). In Dana's Min. (1871) S. 646 ist zu berichtigen: O : 1-ì (statt 1-i) = 123° 44′; O : —1-i = 136° 13′ (statt 18); O : 1-i = 118° 2′ (statt 123° 44′). Die Angaben in Brooke und Miller's Min. sind zum Theil stark abweichend von jenen Brooke's in Rammelsberg's kryst. Chem.

**) Naumann's Mineralogie.

***) Kryst. Chemie, S. 92. Die Fläche $r\frac{9}{4}$ ist unser $r/_3 = (103)$. Aus Rammelsberg's Daten folgt $o : q = 146°\ 1'$ und $\frac{1}{2}o : q = 129°\ 25\frac{1}{2}'$ (nicht 144° 30′ und 127° 22′).

zeigen der Münch. Akad. 1858, Nr. 31) und Sauber (Ann. d. Chem. u. Pharm. **124,** 85) auf Grund stauroskopischer Messungen den Eisenvitriol für asymmetrisch erklärt hatten. Um diesen Widerspruch aufzulösen, wurden auf Wunsch des Verfassers im min. Inst. d. Univ. Strassburg eine Reihe von Stauroskopbestimmungen ausgeführt, welche ergaben, dass bei grösseren tafelförmigen Krystallen die der Symmetrieebene entsprechende Schwingungsrichtung auf $c(001)$ Schwankungen von mehreren Graden ausgesetzt ist, ja an verschiedenen Stellen desselben Krystalls oft 2—3⁰ abweicht. Einigermassen homogen sind nur die kleinsten Krystalle, welche mit dem Stauroskop sich nicht mehr untersuchen lassen; an solchen wurde mit dem Mikroskope mit Polarisationsvorrichtung die Schwingungsrichtung, der Fehlergrenze bei Einstellung auf Dunkelwerden entsprechend, auf $^1/_4$—$^1/_2{}^0$ richtig gefunden. Endlich ergab ein ausnahmsweise homogener grosser Krystall, welcher sich nach 5—6 Wochen aus einer etwas angesäuerten Lösung frisch dargestellten Melanterits gebildet hatte, mit dem Stauroskop für den Winkel der Schwingungsrichtung auf $c(001)$ mit der Kante $c:p(001, 110)$ $40^0\ 16\frac{1}{2}'$, während die Klinodiagonale mit derselben Kante nach des Verfassers Elementen $40^0\ 13'$ bildet. Der Eisenvitriol ist also unzweifelhaft monosymmetrisch.

Bei der Krystallisation gemischter Lösungen von Eisen- und Magnesiumsulfat fand Rammelsberg, dass die Krystalle selbst dann noch die Form des Eisenvitriols haben, wenn sie auf 1 Mol. desselben 2—3 Mol. Bittersalz enthalten, sowie dass mit zunehmendem Magnesiumgehalt die Melanteritcombination minder flächenreich und symmetrisch entwickelt sei. Diese Beobachtungen bestätigte der Verf. und fand ferner, dass an den isomorphen Mischungen (auch an den natürlichen Krystallen von Idria) $r'(\bar{1}01)$ constant und vorwaltend sich findet, $r(101)$ selten und untergeordnet, während am reinen Melanterit gerade das Gegentheil stattfindet.

Der Verfasser vermochte an zwei künstlich hergestellten Mischungen genaue Messungen anzustellen, welche ergaben:

$$A = \begin{Bmatrix} 7\,(Fe\,SO^4 + 7\ \mathrm{aq}) \\ 2\,(MgSO^4 + 7\ \mathrm{aq}) \end{Bmatrix}$$

Mischung von circa $80^0/_0$ und $20^0/_0$ der beiden Salze; der Formel entsprechen $16{,}08^0/_0$ *Fe*, gefunden wurden durch Titriren $16{,}12^0/_0$.

Combinationen von $c(001)$, $^r/_3(103)$, $r'(\bar{1}01)$, $q(011)$, $p(110)$, $b(010)$, selten $r(101)$, $o'\frac{1}{2}(\bar{1}21)$; zum Theil symmetrisch ausgebildet, häufig gestreckt nach der Kante $(\bar{1}01, \bar{1}10)$ oder nach der b- oder der c-Axe.

$$a:b:c = 1{,}1814 : 1 : 1{,}5428$$
$$\beta = 75^0\ 40\tfrac{1}{2}'.$$

	Berechnet:	Beobachtet:
$r : c = (101)(001) =$	$43^0\ 43\frac{1}{2}'$	$43^0\ 25\frac{1}{2}'$ approx.
$^r/_3 : c = (103)(001) =$	20 53	20 55
$r' : c = (\bar{1}01)(001) =$	61 $51\frac{1}{2}$	61 48 approx.
$q : c = (011)(001) =$	56 13	56 14
$q : r' = (011)(\bar{1}01) =$	74 $45\frac{1}{2}$	74 $46\frac{1}{2}$
$p : c = (110)(001) =$	—	*80 38
$p : q = (110)(011) =$	44 $14\frac{1}{2}$	44 13
$p : p = (110)(1\bar{1}0) =$	—	*97 43
$p' : r' = (\bar{1}10)(\bar{1}01) =$	—	*60 58
$p' : q = (\bar{1}10)(011) =$	57 $37\frac{1}{2}$	57 $38\frac{1}{3}$
$o'\frac{1}{2} : q = (\bar{1}21)(011) =$	30 22	30 $17\frac{1}{2}$ approx.
$o'\frac{1}{2} : p' = (\bar{1}21)(\bar{1}10) =$	27 $15\frac{1}{2}$	72 $21\frac{1}{2}$ -

$$B = \begin{Bmatrix} 11\,(FeSO^4 + 7\text{ aq}) \\ 8\,(MgSO^4 + 7\text{ aq}) \end{Bmatrix}$$

entsprechend einer Mischung von circa 60% Melanterit und 40% Epsomit; die Formel fordert 12,26% *Fe*, gefunden wurden 12,24%. Combinationen, wie bei *A*), ohne *b*(010).

$$a : b : c = 1,1799 : 1 : 1,5434$$
$$\beta = 75^0\ 34'.$$

			Berechnet:	Beobachtet:
$r/_3 : c$	=	(103)(001)	= 20⁰ 51′	20⁰ 45′
$r' : c$	=	(̄101)(001)	= 61 59½	61 59
$q : c$	=	(011)(001)	= 56 13	56 13
$q : r'$	=	(011)(̄101)	= 74 51½	74 49½
$q : r/_3$	=	(011)(103)	= 58 41½	58 35 approx.
$p : c$	=	(110)(001)	= —	*80 33
$p : q$	=	(110)(011)	= 44 13	44 14
$p : p$	=	(110)(1̄10)	= —	*97 37
$p' : r'$	=	(̄110)(̄101)	= —	*60 55½
$p' : q$	=	(̄110)(011)	= 57 43	57 41½
$o'\frac{1}{2} : q$	=	(̄121)(011)	= 30 25½	30 19 approx.
$o'\frac{1}{2} : p'$	=	(̄121)(̄110)	= 27 17½	27 27

Zum Vergleiche der zuletzt mitgetheilten Ergebnisse diene die folgende Uebersicht:

I = $FeSO^4 + 7$ aq mit 25,9% *FeO*
II = $(Fe,Mg)SO^4 + 7$ aq - 20,7 - - und 3,3% *MgO*
III = $(Fe,Mg)SO^4 + 7$ aq - 15,8 - - - 6,4 - -

	$a : b : c$	β (001)(100)	cp (001)(110)	pp (110)(1̄10)	$r'p'$ (̄101)(̄110)	rc (101)(001)	$r'c$ (̄101)(001)
I.	1,1828 : 1 : 1,5427	75⁰ 44½′	80⁰ 41′	97⁰ 48′	61⁰ 0′	43⁰ 44′	61⁰ 46′
II.	1,1814 : 1 : 1,5428	— 40⅔	— 38	— 43	60 58	— 43½′	— 51
III.	1,1799 : 1 : 1,5434	— 34	— 33	— 37	— 55½	— 41½	— 59

Hieraus ersieht man, dass mit steigendem Magnesiagehalt, wenn $b = 1$, die Klinodiagonale ab-, die Verticale und die Axenschiefe zunehmen. Die Abnahme der ersteren ist regelmässiger, als die Zunahme der überhaupt wenig beeinflussten Verticalaxe. Die angeführten wichtigsten Kantenwinkel werden sämmtlich stumpfer, mit Ausnahme von $r'c$.

Um weitere Schlüsse aus diesem Verhalten zu ziehen, müssten Mischungen mit grösserem *Mg*-Gehalt hinzugezogen werden, doch gelang es nicht, so gute Krystalle, wie sie die kleinen hier in Betracht kommenden Winkeldifferenzen erfordern, zu erhalten.

Ref.: P. Groth.

27. A. Weisbach (in Freiberg): **Kakochlor (Lithiophorit) von Rengersdorf bei Görlitz** (Jahrb. f. Min., Geol. u. Paläont. 1878, S. 846—849). Der Verf. beobachtete in diesem Mineral polyedrische Eindrücke, zum Theil auch gleichgestaltete ausspringende körperliche Ecken, gebildet von vier Flächen, welche in ihren Winkeln dem Prisma $l = (120)\infty\breve{P}2$ und der Pyramide $x =$

$(365)\frac{6}{5}P2$ des Manganit einigermassen entsprechen, noch näher aber der Form $(110)\infty P$, $(111)P$ des Lievrit stehen, welcher sie auch in der Streifung vollkommen gleichen, so dass man es hier wahrscheinlich mit Pseudomorphosen nach Lievrit zu thun hat (dessen Zusammenvorkommen mit Manganerzen auch anderwärts, wie mit Klipsteinit zu Herborn im Nassauischen, beobachtet worden). Da von diesem Kakochlor nur eine Analyse Klaproth's vorliegt, so wurde eine neue unter Leitung des Herrn Winkler von Herrn Iwaya ausgeführt, welche ergab:

Manganoxydul	43,46
Sauerstoff	9,20
Kobalt- und Nickeloxyd	2,55
Kupferoxyd	0,53
Eisenoxyd	0,83
Thonerde	14,33
Baryterde	0,82
Lithion	0,91
Kali	1,26
Kieselsäure	13,78
Wasser (a. d. Verlust)	12,33
	100,00

Hiernach ist das Mineral nahe verwandt mit dem Lithiophorit von der Spitzleithe bei Eibenstock. Es findet sich auf einem zu Tage ausstreichenden, in Thonschiefer eingebetteten Quarzlager und wurde von Breithaupt, zusammen mit dem von Johanngeorgenstadt, unter dem Namen Kakochlor als besondere Species aufgeführt; für das letztere Vorkommen vertauschte er später den Namen Kakochlor, »in der von anderer Seite veranlassten irrthümlichen Voraussetzung, dass in Rengersdorf kein Lithion enthalten sei«, mit der Benennung Lithiophorit.

Ref.: P. Groth.

28. M. L. L. de Koninck (in Lüttich): **Ein neues Mineral, Davreuxit** (Bull. de l'Acad. roy. d. Belg. (2) **46,** Nr. 8, Aug. 1878). Die so benannte, aus den Quarzgängen der Ardennenschiefer von Ottré stammende Substanz wurde von Dumont zuerst erwähnt, aber für Asbest gehalten; der Verf. sammelte sie, aber in geringer Menge, zu Sart-Close (Salm-Château). Sie besteht aus sehr dünnen durchsichtigen Nadeln, welche parallel und senkrecht zur Längsrichtung auslöschen, Spaltungsrisse senkrecht zu ihrer Axe zeigen, ferner ganz unzersetzt und bis auf beigemengten Quarz homogen sind. Die Farbe der dünnfasrigen, völlig asbestähnlichen Aggregate ist weiss mit einem Stich ins Fleischrothe.

Unschmelzbar in der Bunsen'schen Flamme; mit Soda Reaction auf Mangan, welches als MnO vorhanden ist, wie der Versuch mit Phosphorsäure zeigt; mit Kobaltsolution Blaufärbung. Das Mineral ist wenig zersetzbar durch Säuren und selbst durch Schmelzen mit kohlensauren Alkalien nur schwer (bei mehrmaliger Wiederholung) aufschliessbar. Drei Analysen, mit 0,1907 g, 0,2486 g und 0,3279 g, ergaben:

	I.	II.	III.	Mittel:	Molekülverh.:
H^2O	4,19	—	—	4,19	2,1300
SiO^2	55,16	56,38	56,27	55,94	8,5560
Al^2O^3	34,08	33,23	33,46	33,59	3,0000
MnO	5,51	5,20	5,02	5,25	0,6786
MgO	1,25	1,02	1,02	1,10	0,2524
				100,07	

Ausserdem Spuren von Eisen. Um den mikroskopisch nachgewiesenen Quarz zu isoliren, wurde das Mineral abwechselnd mit Schwefelsäure und kochender Sodalösung behandelt, doch enthielt der Rückstand auch dann noch 52,64% der unzersetzten Substanz und bestand nach der mikroskopischen Untersuchung nur zu $^1/_4$—$^1/_3$ aus Quarz; hiernach muss die ursprüngliche, zur Analyse verwandte Substanz 13—18% Quarz enthalten haben. Auf diese Schätzung hin nimmt der Verf. an, dass in obigem Molekularverhältniss für SiO^2 6 anzunehmen, der Rest als Quarz zu betrachten sei. Wird alsdann obiges Verhältniss auf $2 : 6 : 3 : \frac{3}{4} : \frac{1}{4}$ abgerundet, so ergiebt sich die Formel:

$$H^4(Mn, Mg)Al^6 Si^6 O^{18}$$

welche erfordert: 4,69 H^2O, 46,89 SiO^2, 40,19 Al^2O^3, 6,93 MnO, 1,30 MgO. Um die theoretischen Zahlen mit den gefundenen zu vergleichen, muss man die oben bei der Herleitung der Formel angenommene Quarzmenge mit in Rechnung ziehen, dann ergiebt sich:

	Berechnet:	Beobachtet:
Quarz	16,63	[16,63]
H^2O	3,91	4,19
SiO^2	39,09	39,31
Al^2O^3	33,50	33,59
MnO	5,78	5,25
MgO	1,09	1,10
	100,00	100,07

Das neue Mineral ist benannt nach Ch. Davreux, dem Verfasser einer Arbeit über die geologische Beschaffenheit der Provinz Lüttich, welche die dortige Akademie 1830, zugleich mit derjenigen von Dumont über denselben Gegenstand, mit einem Preise krönte.

Ref.: P. Groth.

29. Derselbe, Anatas aus Belgien (Ebenda). Auf dem von de la Vallée Poussin (Ann. d. l. Soc. géol. de Belg. **3**, 53) beschriebenen Quarzvorkommen von Nil-Saint-Vincent, interessant durch die Verschiedenheit der Ausbildung beider Enden, welche die Mehrzahl der dortigen Quarzkrystalle zeigen, fand der Verf. neuerdings auch Anatas. Die höchstens 1,5 mm grossen Krystalle desselben waren graulichgelb durchsichtig, im auffallenden Lichte grau bis tief dunkelblau und zeigten die gewöhnliche Form $P(111)$, nach der Basiskante gestreift, einmal auch die Andeutung von $P\infty(101)$. Ihre Bildung muss eine spätere gewesen sein, als die der grossen Quarzkrystalle, denn sie finden sich nur in dem Thon, welcher jene umschliesst, und auf den Bruchflächen der begleitenden kleinen Quarzkrystalle, von denen Herr de la Vallée a. a. O. mit Bestimmtheit nachgewiesen hat, dass sie später entstanden sind, als die grossen. Der Anatas ist begleitet von mikroskopisch kleinen, stark pleochroitischen Nadeln, welche Epidot zu sein scheinen.

Ref.: P. Groth.

VIII. Ueber Dolomit-Pisolith und die sogenannte »doppeltkörnige« Structur.

Von

V. v. Zepharovich in Prag.

In neuester Zeit sind von Zepce an der Bosna (Travnik *NO*) durch den commandirenden General in Bosnien FZ. Herzog von Württemberg ansehnliche Exemplare eines Dolomites an die geologische Reichsanstalt in Wien gelangt, welche zuerst in den Verhandlungen dieser Anstalt 1879, S. 121 als Miemit mit der charakteristischen »doppeltkörnigen« oder »miemitischen« Structur beschrieben wurden. Diese Structur ist nun keineswegs vorhanden, es liegt vielmehr in der eigenthümlichen neuen Dolomit-Varietät, wie ich an dem mir von Hofrath v. Hauer freundlichst mitgetheilten Materiale erkannte (a. a. O., S. 180), ein ausgezeichneter Fall des Pisolith- oder Erbsensteingefüges vor.

Das auf den ersten Blick Befremdende dieses Vorkommens ist in den zum Theil ganz ungewöhnlichen Dimensionen, in welchen die Componenten der eckig-körnigen Aggregate entwickelt sind, begründet. Es sinken nämlich die Durchmesser der einzelnen Körner selten unter 2 Centimeter herab, sie erreichen aber zuweilen selbst 13,5 cm; sie sind mit nahezu ebenen oder flach convexen und concaven Flächen zumeist innig an einander gefügt, einem cyclopischen Mauerwerk nicht unähnlich, und erhielten durch den Contact eine unregelmässig-polyedrische Gestaltung. Selten blieben in den Aggregaten grössere Zwischenräume frei, in denen Theile der eigentlichen Kugeloberflächen der Körner sich darbieten.

Schnitte durch die polyedrischen Körper zeigen allenthalben, dass dieselben aus einem Kerne von gelbem oder weissem, dichtem Magnesit mit mehr oder weniger abgerundeten Conturen bestehen, welcher von concentrischen, radial-fasrigen Lagen eines Dolomit von hellgrüner bis weisser Farbe umgeben ist. Die Färbung der 1—7 mm starken Dolomitzonen wird von Innen gegen Aussen allmälig heller bei zunehmender Pellucidität; es

folgen in der Regel auf einander Zonen, welche zuerst seladongrün, dann spargelgrün und endlich weiss sind, und häufig bemerkt man zwischen den Dolomitlagen einige feine ockergelbe Bänder, gleichfalls mit concentrischem Verlaufe. Mit der Annäherung an die Peripherie der Körner findet auch eine Zunahme der Stärke der Fasern in den einzelnen Zonen statt. In Folge dieser Unterschiede in Färbung und Textur erscheint auf den Contactflächen der einzelnen Körner eine ringförmige, grüne und weisse Zeichnung, und zeigen sich vorzüglich an den weissen Stellen kleine etwas gekrümmte perlmutterglänzende Spaltflächen.

Im Dünnschliffe ist der anscheinend dichte weisse Magnesitkern unter dem Mikroskope schwach pellucid und von höchst feinkörnigem Gefüge, die einzelnen eckigen, innig an einander schliessenden Körnchen ohne interponirte Zwillingslamellen. Die völlig pelluciden Dolomitfasern sind der Mehrzahl nach individuell, in den concentrischen Lagen gleichsinnig orientirt und löschen im polarisirten Lichte ihrer Längsrichtung nach aus; in der äussersten dünnstengeligen Zone bemerkt man kurze, durch die Spaltbarkeit bedingte Klüfte, wie man auch wenig ausgedehnte Spaltflächen überall erkennt, wo die polyedrischen Körner angebrochen sind. An solchen Bruchstellen zeigt sich überall auch unmittelbar die beschriebene pisolithische Structur, die besonders bei eingetretener Zersetzung deutlich hervortritt.

Die früher erwähnten, von sphärischen Flächen begrenzten Hohlräume in den Aggregaten sind mit Kryställchen oder warzigen Gebilden des Dolomites bekleidet. Fr. v. Hauer beobachtete (a. a. O. S. 122) als jüngste Ablagerung auf dem Dolomit an vielen Stellen krystallisirten, bisweilen fast wasserhellen Quarz und an einigen Stücken, zwischen dem letzteren und dem Dolomit, noch eine dünne Lage von Chalcedon. Ich fand auch in ansehnlicheren Absätzen den Chalcedon entwickelt und demselben eine Dolomitlage von geringer Stärke eingeschaltet.

Eine Analyse, welche an der geologischen Reichsanstalt durch C. John ausgeführt wurde, ergab für den Dolomit (Miemit) von Zepce die unter I stehenden Zahlen:

	I		II
Calciumcarbonat	50,36	51,09	50,38
Magnesiumcarbonat	41,17	41,76	42,32
Eisencarbonat	7,05	7,15	7,30
Thonerde	0,60		
In *ClH* unlöslich	0,22		
	99,40		

Die Zusammensetzung ist die eines Dolomites, der sich durch seinen höheren Eisengehalt den »Braunspäthen« anschliesst, und entspricht an-

nähernd der isomorphen Mischung $\{8CaMgC_2O_6 . FeCO_3\}$, welche die Procente sub II erfordert. (Der Miemit von Miemo enthält nur 1,74 $FeCO_3$ und 0,57 $MnCO_3$).

Der Magnesit, welcher den Kern der grossen Dolomitkörner bildet, erwies nach John die folgenden Bestandtheile:

Magnesiumcarbonat	94,33	96,44
Calciumcarbonat	3,48	3,56
Eisenoxyd und Thonerde	2,60	
In *ClH* unlöslich	Spur	
	100,41	

demnach im Wesentlichen eine Mischung von 32 Mol. Magnesiumcarbonat und 1 Mol. Calciumcarbonat (96,41 und 3,59 Proc. berechnet).

Die Untersuchung des Dolomit-Pisolithes von Zepce war Veranlassung, auch den von Mohs als Beispiel der »doppeltkörnigen« Zusammensetzung zuerst erwähnten (Min. II, S. 104) und seither von Vielen citirten Dolomit (Miemit) von Rakovác in Slavonien, bei Karlowitz W (von Zepce 20 geogr. Meilen in NO entfernt), auf seine Structur zu prüfen. Schnittflächen erwiesen, dass hier eine vollkommene Analogie mit dem bosnischen Vorkommen vorliege, wie eine solche auch im Aeusseren ausgesprochen ist und bereits durch v. Hauer hervorgehoben wurde. Der Dolomit von Rakovác ist gleichfalls ein ausgezeichneter Pisolith, nur ist der Massstab, in welchem derselbe sich entwickelte, ein viel kleinerer als bei dem ersteren. In den Aggregaten der leicht trennbaren polyedrischen Körner erreichen diese gewöhnlich höchstens 1 cm und sind zumeist viel kleiner; nur ausnahmsweise stellen sich ansehnlichere Dimensionen ein, z. B. bis zu 3,5 cm im grössten Durchmesser.

Die Färbung der Kerne ist hier eine ockergelbe; die concentrischen spargel- bis ölgrünen Dolomitlagen, ebenfalls häufig von einem schmalen ockergelben Bande durchzogen, sind im Vergleiche mit dem Pisolith von Zepce aus etwas stärkeren Fasern oder dünnen keilförmigen Stengeln zusammengesetzt. Nur wenig ausgedehnte Hohlräume unterbrechen die eckig-körnigen Aggregate, nach Beudant's treffender Bezeichnung »des boules accumulées les unes sur les autres, et comme déformées par leur pression mutuelle« (Voyage en Hongrie III, p. 55); in diesen Hohlräumen zeigen sich deutlichere Dolomitkryställchen und über denselben einzelne oder zu Drusen vereinte pellucide Quarzkryställchen.

An Bruchstellen durch die Mitte der Körner ist gleichfalls hier die pisolithische Structur deutlich wahrnehmbar, und zeigen sich kleine Spaltflächen, welche zumal an der Oberfläche der einzelnen aus ihrem Verbande getrennten Körner sichtbar werden. Diese Spaltflächen mögen auch ohne Zweifel bei flüchtiger Beobachtung getäuscht und zur irrigen Annahme

einer »doppeltkörnigen« Structur geführt haben. Wenn aber für diese Structur nach dem vermeinten Auftreten an diesem Miemit von Haidinger die Bezeichnung »miemitisch« gewählt wurde (Min. S. 292), so scheint dies auch insofern wenig passend, als weder das nach seinem Fundorte Miemo genannte toskanische Vorkommen, noch andere Miemite jene Structur besitzen. Nach d'Achiardi (Min. della Toscana I, pag. 179) bietet ersteres krummflächige Krystalle und lamellare Massen (masse lamellose e lamellari) von licht grünlich-gelber und seltener von spargelgrüner Farbe. Bei ähnlicher Färbung hat man bekanntlich Varietäten von anderen Fundstellen auch Miemit genannt.

Eine Analyse des Dolomites von Rakovác, ebenfalls von C. John ausgeführt, ergab für die Substanz der peripherischen Zonen (A) und der Kerne (B) die folgende Zusammensetzung:

	A		B	
Calciumcarbonat	48,97	(49,18)	47,79	(47,85)
Magnesiumcarbonat	40,73	(41,31)	44,46	(45,21)
Eisencarbonat	9,36	(9,51)	6,96	(6,94)
	99,06	100 —	99,21	100 —

In A und B wurden Spuren von in Salzsäure unlöslichen Bestandtheilen und organischer Substanz nachgewiesen; ein kleiner Theil des Eisencarbonates in B war als Eisenoxyd vorhanden.

Im Pisolith von Rakovác sind demnach die Kerne und die peripherischen Zonen von Dolomit gebildet und lassen sich dieselben bezeichnen als:

$$A\ \{6\,Ca\,Mg\,C_2\,O_6 \,.\, Fe\,C\,O_3\}$$
$$B\ \{8\,Ca\,Mg\,C_2\,O_6 \,.\, Mg\,Fe\,C_2\,O_6\}$$

für welche Ausdrücke die obigen eingeklammerten Zahlen berechnet sind.

Die Kerne des Rakovác-Pisolithes unterlagen nicht selten einer Zersetzung; sie sind porös geworden, auch nicht selten gänzlich bis auf geringe Reste entfernt, wobei der innerste Theil der zuerst angegriffene war. Die entstandenen Hohlräume blieben, wie es scheint, nur in selteneren Fällen leer, sie wurden, zumal in den kleineren Körnern, später durch einen Dolomit, der sich von jenem der peripherischen Zonen durch etwas hellere Färbung, vorzüglich aber durch ein kleinkörniges Gefüge unterscheidet, erfüllt. Diese feinkörnige centrale Partie wird aber von den sie umgebenden faserigen Dolomitlagen immer durch ein schmales ockergelbes Band, den von den zerstörten Kernen übrig gebliebenen Rest, getrennt.

Nach Haidinger soll die »doppeltkörnige« Structur mit etwas geringeren Dimensionen als zu Rakovác auch am Miemit auf Gangtrümern im Basalte des Jenczowitzer Berges unweit Melnik auftreten; in der geologischen Reichsanstalt, sowie in den Prager Sammlungen liessen sich aber hierfür keine Belegstücke auffinden, und es dürfte wohl auch hier, wie bei

den beschriebenen beiden Miemiten, die Angabe der Structur, nur auf oberflächlicher Wahrnehmung beruhend, eine irrthümliche sein.

Noch einen Fall der »doppeltkörnigen Zusammensetzung« nach Haidinger (Min. S. 293), den Kalkstein des Hilariberges bei Brixlegg (Tirol), möchte ich hier berühren. Eine Schnittfläche, viel deutlicher noch ein Dünnschliff, zeigt auch hier eine Pisolithstructur in kleinem Massstabe, die centralen Partien der Körner anscheinend nur durch eine andere Färbung von den concentrischen zartfaserigen Lagen verschieden. Die »eckigen polyeder-ähnlichen Zusammensetzungsstücke« sind innig an einander gefügt und durch spärliche krystallinische Calcittheilchen nur wenig haltbar verbunden; sie erreichen an dem mir vorliegenden Exemplare aus dem Prager Universitätsmuseum höchstens 5 mm im grössten Durchmesser. Ueber die Natur der Kerne giebt ein Stück aus der geologischen Reichsanstalt (Nr. 85, 69) Aufschluss. Die Hauptmasse desselben ist ein röthlichweisser körniger Kalkstein, ziegelroth geadert und gefleckt, welcher reichlich aus rothem oder weissem Calcit bestehende Stielglieder von Enkriniten führt. Diesem Enkrinitenkalk ist eine aus kleinen Polyedern zusammengesetzte Kalkpartie angelagert; durch Bruchflächen wurden in mehreren Polyedern die Kerne blosgelegt, welche aus abgerundeten Fragmenten des Enkrinitenkalkes und einzelnen Enkrinitenstielgliedern von rother oder weisser Farbe bestehen. Auch hier sieht man an Dünnschliffen einen trüben Kern, der von pelluciden, radial-faserig struirten Lagen umgeben ist.

Als Beispiel des »doppeltkörnigen« nach Reuss fand ich in der Prager Universitätssammlung auch Franklinit von Stirling Hill (Nr. 1027 t. S.). Die Angabe der Structur ist gleichfalls eine irrige. Das eigenthümliche Vorkommen*) stellt ein festes Aggregat polyedrischer Körner dar, die, zumeist von nahezu ebenen, matten oder wenig glänzenden Flächen begrenzt, ohne Zwischenräume an einander gedrängt sind; sie wechseln in ihrer Grösse von 5—15 mm. An Bruchstellen sieht man stärker glänzende, unebene, zum Theil klein-muschelige Bruchflächen, welche bei oberflächlicher Betrachtung wohl zur Annahme eines körnigen Gefüges der Polyeder führten. Zerschnittene Körner lassen erkennen, dass sie aus einer einheitlichen, etwas rissigen Masse bestehen, welche auch nach anhaltender Aetzung mit Salzsäure kein wesentlich verschiedenes Aussehen annimmt und ganz übereinstimmt mit dem Innern eines zerschnittenen Krystalls von Franklinit.

Aus den vorstehenden Beobachtungen dürfte hervorgehen, dass die sogenannte »doppeltkörnige« oder »miemitische« Structur als Modalität des Gefüges an Aggregaten einfacher Minerale nicht vorkomme. Die ausgezeichnete, an den Dolomiten von Zepce und Rakovác vertretene Pisolithstructur,

*) Eine wohl ganz ähnliche Varietät wurde neuestens durch G. Seyms analysirt. Americ. Journ. XII, Nr. 69; N. Jahrb. 1877, S. 204.

so ähnlich jener des Aragonit-Pisolithes von Karlsbad, führt für die ersteren ungezwungen zur Annahme einer analogen Bildungsweise mit jener, wie sie ehemals aus dem Karlsbader Sprudel stattfand. An Stelle der aus Granit oder den Gemengtheilen desselben bestehenden Kerne im »Erbsenstein« erscheinen solche von Magnesit oder Dolomit in den hier beschriebenen Pisolithen. Da Magnesit und Dolomit Zersetzungsproducte des Serpentin sind, solcher in Zepce und Rakovác auftritt, überdies nach Beudant bei Rakovác der Pisolith gangförmig im Serpentin vorkommt*), ist es wohl wahrscheinlich, dass es später wieder aufgerissene und zertrümmerte Gänge von Magnesit und Dolomit im Serpentin waren, aus denen Quellen sprudelnd aufstiegen, welche um die abgerollten Fragmente des Ganggesteines das eisenhaltige Kalkmagnesiacarbonat in concentrischen Lagen absetzten**). — Auch für den Kalk-Pisolith vom Hilariberge darf man, auf den mitgetheilten Beobachtungen fussend, wohl eine analoge Bildungsweise annehmen.

---

*) Nach d'Achiardi bildet der Dolomit von Miemo ebenfalls Gänge im Serpentin und wird von jüngerem Quarz begleitet.

**) Ueber Dolomit als Quellenbildung s. J. Roth, allgem. u. chem. Geologie 1879, S. 583.

IX. Krystallformen des Jodsilber.

Von

V. v. Zepharovich in Prag.

(Mit 3 Holzschnitten.)

Bekanntlich hat Des Cloizeaux an Krystallen dieser Verbindung aus Chañarcillo goniometrisch und optisch nachgewiesen, dass dieselben dem hexagonalen Systeme angehören *). Die gleiche Form wurde auch für die Laboratoriumskrystalle angenommen; es scheinen aber über Messungen an solchen keine Angaben vorzuliegen. Meine Untersuchungen an Krystallen, die von Dr. A. Belohoubek in Prag dargestellt wurden, ergaben für dieselben Elemente, welche den von Des Cloizeaux gefundenen sehr nahe kommen, andererseits aber bemerkenswerthe Verschiedenheiten in der Ausbildung der Formen darbieten. Sie sind stets in ausgezeichneter Weise hemimorph an den beiden Enden der Hauptaxe. Hemimorphismus war wohl nach dem von Des Cloizeaux hervorgehobenen (geometrischen) »Isomorphismus« mit dem Greenockit zu erwarten, wurde aber an den Krystallen von Chañarcillo nicht erwähnt; ferner erscheint das an letzteren herrschende Protoprisma an meinen Krystallen nicht, dafür aber, bei prismatischer Entwicklung, das Deuteroprisma.

Die von mir beobachteten Formen sind die folgenden (Fig. 1—3):

$c = (0001)\ oP$, $e = (30\bar{3}4)\frac{3}{4}P$, $o = (10\bar{1}1)\ P$, $i = (20\bar{2}1)2P$, $u = (40\bar{4}1)4P$,
$a = (11\bar{2}0)\infty P2$, $\pi = (40\bar{4}5)\frac{4}{5}P$, $\nu = (20\bar{2}3)\frac{2}{3}P$, $\mu = (10\bar{1}2)\frac{1}{2}P$, $\beta = (9.9.\bar{18}.20)\frac{9}{10}P2$.

Der Habitus der Combinationen ist entweder prismatisch, pyramidal oder tafelig.

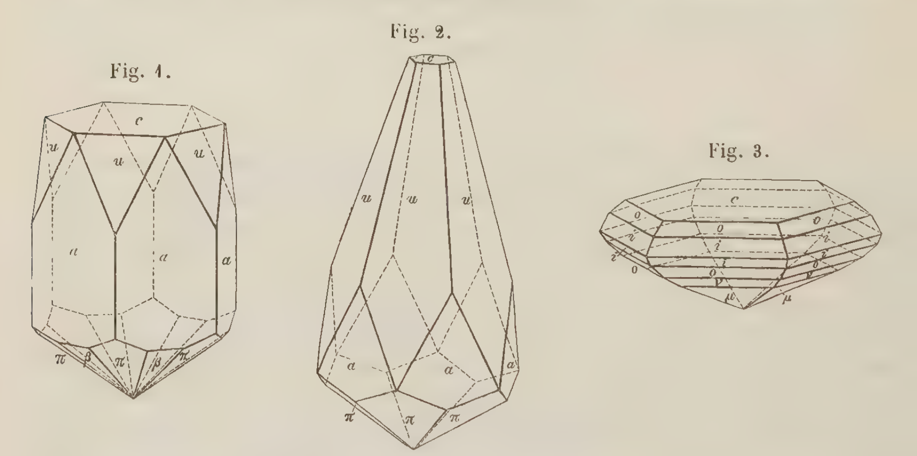
Die Bestimmung der vier zuletzt genannten Formen ist eine unsichere; ihre Flächen sind wenig glänzend und gerieft, und zwar in zwei Richtungen parallel den Polkanten ($\frac{4}{5}P$) oder nach der Höhenlinie ($\frac{2}{3}P$ und $\frac{1}{2}P$),

---

*) Ann. chim. phys. 3. ser. 1854, T. XL, p. 87. — Nach Lehmann krystallisirt AgJ auch regulär (aus dem Schmelzflusse) diese Zeitschr. **1**, 492.

oder in horizontalem Sinne ($\frac{9}{10}P2$); häufig sind sie auch gewölbt und übergehen nicht selten in eine stetig gekrümmte convexe Fläche. Jener Pol der Krystalle, an welchem diese unsicher messbaren Formen auftreten, wurde als der untere angenommen. Nur an einigen Krystallen wurde an diesem Pole auch die primäre Pyramide (o), gleichfalls mit mangelhafter Flächenbeschaffenheit, beobachtet. Wenn am unteren Pole ebene und glänzende Flächen erscheinen, gehören dieselben stets der $2P$ an; es ist dies an Krystallen mit pyramidalem und tafeligem Habitus der Fall.

An Krystallen von prismatischem, durch das Deuteroprisma bedingtem Habitus (Fig. 1 u. 2), welche sich in etwa 4 Monaten gebildet hatten, wird das obere Ende von oP und $4P$ in wechselnder Ausdehnung eingenommen, so dass zuweilen Formen wie Fig. 2 sich darbieten. Die Flächen von $4P(u)$



sind stets etwas rauh und daher nicht genau messbar. An den in kürzerer Zeit gebildeten Kryställchen von pyramidalem und tafeligem Habitus erscheinen am oberen Pol oP, P und $2P$ stets vorzüglich spiegelnd, und zwar herrscht entweder oP oder seltener P; ausnahmsweise wurde hier in sehr geringer Ausdehnung auch $\frac{3}{4}P$ mit horizontaler Riefung beobachtet.

Die von Des Cloizeaux bestimmten Formen sind: $oP(c)$, $\frac{1}{2}P(\mu)$, $2P(i)$, $4P(u)$ und ∞P. ($a : c = 1 : 0{,}81438$; $\mu c = 25^0\ 11'$; $ic = 62^0\ 0'$; $uc = 75^0\ 7'$ *).

Aus den in der folgenden Tabelle angegebenen 25 vorzüglichen Messungen der Kanten: oc, oo^3 und oo^1, bei welchen von beiden Flächen das Fadenkreuz reflectirt wurde, ergiebt sich:

$$a : c = 1 : 0{,}81960.$$

*) In Dana's Min. pag. 117 ist zu verbessern: $O : 1 = 136^0\ 46'$ (statt $138^0\ 46'$) und $2 : 2 = 127^0\ 36'$ (statt $1 : 2$). — In Naumann-Zirkel's Min. S. 382 ist zu verbessern: $\infty P : 2P = 152^0\ 0'$ (statt $\infty P : P = 152^0\ 45'$) und Mittelkante von $2P = 124^0\ 0'$ (statt $125^0\ 30'$).

		Mittel:	z	Grenzwerthe:	Berechnet:
ca =	$0001 : 11\bar{2}0$	90° 0¼′	2	89°59—90° 1½′	90° 0′ 0″
aa′ =	$11\bar{2}0 : \bar{1}2\bar{1}0$	59 59	10	59 58—60 1	60 0 0
oc =	$10\bar{1}1 : 0001$	43 27	11	43 11—43 39	43 25 20
*oo*³ =	$10\bar{1}1 : \bar{1}011$	86 45	9	86 30—87 3	86 50 40
oo′ =	$10\bar{1}1 : 01\bar{1}1$	40 14	5	40 4—40 22	40 12 10
ic =	$20\bar{2}1 : 0001$	62 7	9	62 7—62 9	62 9 5
ii =	$20\bar{2}1 : 20\bar{2}\bar{1}$	55 45	2	55 33—55 57	55 41 50
uc =	$40\bar{4}1 : 0001$	74 46 *ca*	9	74 5—75 37	75 12 10
eo =	$30\bar{3}4 : 10\bar{1}1$	7 48 -	3	7 30— 8 22	8 3 20
πc =	$40\bar{4}5 : 0001$	37 50 -	7	37 13—38 28	37 7 48
ππ′ =	$40\bar{4}5 : 04\bar{4}5$	35 41 -	2	33 55—37 27	35 8 0
πa =	$40\bar{4}5 : 11\bar{2}0$	58 28 -	4	58 3—59 18	58 28 53
νc =	$20\bar{2}3 : 0001$	31 45 -	1	— —	32 14 56
μc =	$10\bar{1}2 : 0001$	24 40 -	1	— —	25 19 24
βa =	$9.9.\bar{18}.20 : 11\bar{2}0$	53 20 -	3	53 5—53 45	53 35 10
*ββ*³ =	$9.9.\bar{18}.20 : \bar{9}.\bar{9}.18.20$	72 38 -	1	— —	72 49 40
βπ =	$9.9.\bar{18}.20 : 40\bar{4}5$	17 53 -	3	16 46—18 38	17 50 20

Die Krystalle sind vollkommen spaltbar nach *oP*; bräunlich-gelb bis ölgrün und demantglänzend. Optisch einaxig, positiv; das Axenbild mit breitem verwaschenem Kreuz, zuweilen etwas gestört.

Ueber die von dem Deville'schen Vorgange (Cpt. rend. V. **32**, p. 894) etwas abweichende Darstellung der gemessenen Krystalle verdanke ich Herrn Dr. Belohoubek die folgende Notiz: »Reines, fein krystallisirtes, nach der Methode von Stass gewonnenes Silber wurde zugleich mit Jod in wässerige Jodwasserstofflösung eingetragen, wobei eine sehr gesättigte Jodsilberauflösung entstand, indem der frei werdende Wasserstoff wieder mit Jod in Verbindung trat, welches bei gleicher Menge der Mutterlauge neue Mengen von Silber in Jodsilber überführte. Der Zusatz von Silber und Jod in die Lauge wurde so lange wiederholt, bis sich Jodsilber pulverförmig abzuscheiden begann. Hierauf wurde die klar abgegossene Lauge vorsichtig mit wenig Alkohol überschichtet, um durch Diffusion aus dem vorhandenen Jodwasserstoff etwas Jodäthyl zu bilden und dadurch dem Jodsilber allmälig das Lösungsmittel zu entziehen. — Die nach längerer Zeit entstandenen Jodsilberkrystalle wurden zur Prüfung auf einen etwaigen Gehalt an Jodwasserstoffsäure oder Wasser zerrieben, durch 24 Stunden über Schwefelsäure getrocknet und bis 110° C., dann bis zum Schmelzen erhitzt, wobei sich kein Gewichtsverlust zeigte; wurde das Krystallpulver mit kaltem oder kochendem Wasser digerirt, so erfolgte durch Silbernitrat keine Trübung, woraus sich ebenfalls die Abwesenheit freier Jodwasserstoffsäure ergab. Die Krystalle erwiesen sich demnach als reines Jodsilber.«

X. Ueber die Krystallformen der isomorphen Nitrate der Bleigruppe.

Von

Ludwig Wulff in Karlsruhe.

(Mit Taf. IV und V und 12 Holzschnitten.)

Einleitung.

Es ist längst bekannt, dass die wasserfreien Nitrate der Bleigruppe dem regulären Systeme angehören; doch während man früher deren vorwaltend auftretendes Oktaëder für holoëdrisch oder später für pentagonalhemiëdrisch ansah, wurde durch neuere Untersuchungen, wenigstens für Barytsalpeter, nachgewiesen, dass deren Formen als tetartoëdrische gedeutet werden müssen.

Mohs*) vertrat zuerst die Möglichkeit der Tetartoëdrie im regulären System und führte die Bezeichnung »tetraëdrisches Pentagondodekaëder« für den Viertelflächner von mOn ein. Als Zeichen für die vier möglichen Formen giebt er $r\frac{Tn}{4}$, $-r\frac{Tn}{4}$, $l\frac{Tn}{4}$ und $-l\frac{Tn}{4}$ an. Er entwickelt die geometrischen Eigenschaften dieser Formen und berechnet auch die Winkelgrössen für diejenigen Viertelflächner, welche aus den drei damals bekannten Hexakisoktaëdern abgeleitet werden können. Diese theoretische Annahme hat sich indessen zu Anfang wenig Eingang verschafft; auch Naumann nimmt diese Betrachtung nicht in diejenigen seiner Werke auf, die vor 1856 erschienen.

Im Jahre 1829 gab Mitscherlich**) für chlorsaures und bromsaures Natron die Combination von einem Tetraëder, dem Gegentetraëder, dem Würfel und dem Granatoëder an. 1853 wies Herr Rammelsberg***)

*) Fr. Mohs, Naturgeschichte des Mineralreiches 1836, 2. Aufl., p. 83. (Die erste Auflage ist mir leider nicht zugänglich.)

) Poggendorff's Annalen 1829, **17, 388.

***) Ebendaselbst 1853, **90**, 15.

daran die Coëxistenz von pentagonaler und tetraëdrischer Hemiëdrie nach, ohne aber auf die gegenseitige Lage der Tetraëder und des Pyritoëders näher einzugehen.

Dieses Verhältniss wurde nun specieller behandelt von Marbach in einer 1854 erschienenen Arbeit*). Er geht in seinen Betrachtungen auf das Pentagondodekaëder zurück und zeigt, wie von den acht regelmässigen (hexaëdrischen) Ecken abwechselnd vier als rechte und vier als linke aufzufassen seien. Für diese Bezeichnungen ist ihm die Richtung der Normalen oder Mittellinien maassgebend, die in den drei die Ecke bildenden symmetrischen Pentagonen von der Spitze nach der Mitte der Grundlinie gezogen werden können (Fig. 1, Taf. IV). Entspricht die Richtung dieser Mittellinien derjenigen, nach welcher sich der Zeiger der Uhr fortbewegt, so bezeichnet er die Ecke als eine rechte (R), im entgegengesetzten Falle als eine linke (L). Mit einem Pentagondodekaëder kann demnach auch ein Tetraëder in zweierlei Weise verbunden sein, entweder stumpft es die rechten Ecken ab, oder die linken, und je nachdem bezeichnet Marbach die Combination als eine rechte oder linke und giebt an, dass beide enantiomorphe Gestalten sind. Beide Combinationen zeigte das chlorsaure Natron, und die optische Untersuchung ergab, dass die rechten Combinationen die Polarisationsebene nach rechts, die linken nach links drehten. In einer im folgenden Jahre**) erschienenen Arbeit theilt er mit, dass auch bromsaures Natron und essigsaures Uranoxydnatron circularpolarisirend seien.

Durch jene Resultate angeregt, nahm sich C. Naumann***) der Sache vom theoretischen Standpunkte aus an. Er entwickelte, dass die Coëxistenz von geneigtflächig und von parallelflächig hemiëdrischen Formen, die in der Hemiëdrie nach den früheren Erfahrungen unmöglich war, in der Tetartoëdrie möglich sei. Er wies nämlich in dieser Arbeit nach, dass durch Anwendung der Tetartoëdrie auf die holoëdrischen Formen des regulären Systems hervorgehen:

aus mOn vier Tetartoëder, tetraëdrische Pentagondodekaëder,
aus ∞On zwei Pentagondodekaëder,
aus mOm zwei Trigondodekaëder,
aus mO zwei Deltoïddodekaëder,
aus O zwei Tetraëder,

während $\infty O \infty$ und ∞O ihre Gestalt nicht verändern. Er schloss daraus, dass die beobachteten Salze tetartoëdrisch krystallisirten, wofür auch die Circularpolarisation sprach. 1856†) fügte er dieser Notiz die Formeln für die analytische Berechnung hinzu. Uebrigens geht er nicht so weit wie

*) Poggendorff's Annalen 1854, **91**, 482.
) Ebendaselbst **95, 472.
***) Ebendaselbst **94**, 412.
†) C. Naumann, Elem. d. theoret. Krystallographie, Leipzig 1856.

Mohs auf die Unterscheidung der tetartoëdrischen Formen ein, sondern charakterisirt sie nur als zwei rechte und zwei linke Formen, ohne für sie eine specielle Bezeichnung vorzuschlagen.

Neben diesen Arbeiten wurden um dieselbe Zeit einige Beobachtungen über die Nitrate der Bleigruppe veröffentlicht. Marbach theilt bereits in der zweiten seiner Arbeiten*) mit, dass er am salpetersauren Baryt, Strontian und Bleioxyd Circularpolarisation nachzuweisen gesucht habe. Resultate hat er aber wegen der geringen Durchsichtigkeit des Materials nicht erhalten. Nur für das Strontiansalz glaubt er, Circularpolarisation bemerkt zu haben.

Fast um dieselbe Zeit veröffentlichte Herr Scacchi**) Beobachtungen über Hemiëdrien und darunter auch über diejenigen des Barytsalpeters. An letzterem wies er nach, dass Formen pentagonaler und tetraëdrischer Hemiëdrie neben einander vorkommen und dass dieselben eine constante Lage gegen einander haben. »Bezeichnet man nämlich das vorherrschende Tetraëder mit n, so liegt, wenn eine Würfelfläche gerade auf den Beschauer zugekehrt und eine Tetraëderfläche rechts, die andere links ist, von den Pyritoëderflächen *ee* die eine links oben, die andere rechts unten.« Ausserdem constatirte Scacchi das Vorkommen von tetraëdrischen Pentagondodekaëdern, die früher noch nicht beobachtet waren, und unter denen $4O2$ (124) am häufigsten gewesen sei. Der citirten Uebersetzung in Poggend. Ann. ist auch die Abbildung einer Combination von $+\frac{O}{2}(111)$, $-\frac{O}{2}(1\bar{1}1)$, $\left[\frac{\infty O2}{2}\right](102)$, $\frac{4O2}{4}(124)$ und $\infty O\infty(100)$ beigegeben, welche auf Taf. IV in Fig. 2 copirt ist. Diese Mittheilung wird vom Verf. als eine vorläufige bezeichnet, doch ist meines Wissens bisher eine ausführlichere Bearbeitung dieses Themas nicht erschienen.

Trotz der Wichtigkeit der in der Scacchi'schen Arbeit niedergelegten Beobachtungen blieb dieselbe in Deutschland fast unbeachtet. Die Nitrate der Bleigruppe wurden in den Lehrbüchern als pentagonalhemiëdrisch aufgezählt. In Quenstedt's Mineralogie***) wird das Vorkommen von Pyritoëdern und Tetraëdern angeführt, aber der Schluss, dass dieses Salz dann auch wie das chlorsaure Natron tetartoëdrisch sein müsse, wird nicht gezogen, und das tetraëdrische Pentagondodekaëder wird nicht erwähnt.

Erst im Jahre 1877†) erwarb sich Herr Baumhauer das Verdienst, auf die Scacchi'sche Arbeit einzugehen und die dort angefangenen Untersuchungen zu erweitern. Durch einige eigene Versuche findet er das Vor-

*) l. c. pag. 417.

) Nuovo Cimento, I, 169, 1855. Poggend. Ann. 1860, **109, 365.

***) Quenstedt, Lehrbuch der Mineralogie, pag. 519.

†) Diese Zeitschr. **1**, 51.

kommen von Tetraëdern und eines Pentagondodekaëders und die gegenseitige Lage derselben, wie Scacchi sie angiebt, bestätigt, und er zieht daraus den Schluss, dass der Barytsalpeter tetartoëdrisch krystallisire. Auch sucht er die Tetartoëdrie durch die Lage der Aetzfiguren und Unebenheiten zu erweisen, die sich nur durch die Existenz eines Tetartoëders erklären lassen, und zwar eines linken positiven. Derselben Art ist nach ihm auch das Pyritoëder. Aber auch er erwähnt nicht, dass Scacchi ein Tetartoëder, und zwar eines von negativer Stellung (ein rechtes), beobachtet hat. Er erwähnt auch das Vorkommen von regelmässigen Verwachsungen, für die er aber den Namen: »Zwillinge« nicht gelten lassen will, weil das eine Individuum nicht als das Spiegelbild des anderen aufgefasst werden kann (schon Scacchi giebt l. c. an, dass Zwillinge nach den Flächen beider Tetraëder häufig seien). Gegen das Ende der Arbeit geht er auf das optische Verhalten der tetartoëdrischen Krystalle ein und sagt: »Bekanntlich wird angenommen, dass Substanzen, die in einer enantiomorphen Hemiëdrie oder Tetartoëdrie krystallisiren, die Polarisationsebene des Lichtes drehen, wenn sie überhaupt der Circularpolarisation fähig sind, d. h. wenn sie zu den isotropen oder den einaxigen gehören. Nun wäre es immerhin möglich, dass sehr dicke Krystalle unseres Salzes bei erneuerter Prüfung eine wenn auch nur schwache Circularpolarisation erkennen liessen. Andernfalls kann jener Satz in seiner Allgemeinheit nicht aufrecht erhalten werden.«

Ob nun Herr Baumhauer sich durch eigene Untersuchungen von der Eigenschaft des Barytsalpeters überzeugt hat, die Polarisationsebene des Lichtes nicht zu drehen, und von welcher Beschaffenheit das untersuchte Material gewesen, ist aus der citirten Stelle nicht zu ersehen. Ich habe es desshalb nicht für überflüssig erachtet, bei der Darstellung der Nitrate auf Material Rücksicht zu nehmen, welches sich für optische Untersuchungen eignete.

In Betreff des salpetersauren Strontiums und Bleis glaubt Baumhauer, dass man sie mit Recht auch als tetartoëdrisch betrachten dürfe, wenn gleich Scacchi nur pyritoëdrische Formen, und auch diese nur schwer, erhalten habe.

Endlich beschrieb Herr Lewis (diese Zeitschr. **2**, 64) einen zufällig gebildeten, sehr flächenreichen Krystall von Baryumnitrat. Künstliche Versuche mit demselben Salze gaben ihm eine weit weniger flächenreiche Combination. Er fand an den Krystallen eine anomale Doppelbrechung, konnte aber nicht entscheiden, ob Circularpolarisation vorhanden sei.

Dies der gegenwärtige Stand unserer Kenntniss der in Rede stehenden Salze. Die Ziele, welche ich bei deren weiterer Untersuchung besonders im Auge hatte, waren folgende:

1) Die mit Baryumnitrat verwandten Salze auf ihre Krystallformen zu untersuchen.

2) Die Frage zu lösen, ob die Doppelindividuen beim Barytsalpeter als Zwillinge anzusehen seien.

3) Material für optische Untersuchungen zu gewinnen.

Anmerk. Bei dieser Gelegenheit habe ich auch Versuche mit den Alaunen angestellt. Dieselben zeigen, wie die Nitrate des Bleis und Strontiums, nach den früheren Untersuchungen neben holoëdrischen Formen nur noch Pentagondodekaëder, und auch diese erst bei nicht mehr rein wässerigen Lösungen. Bei zahlreichen Versuchen mit Alaunen kam ich immer zu dem längst bekannten Resultate, dass das Oktaëder stets holoëdrisch auftritt, während es beim Vorhandensein von Tetartoëdrie sich als Combination zweier Tetraëder erweisen müsste. Doch erschien mir dieser Umstand nicht als strenger Beweis für die Abwesenheit der Tetartoëdrie, da auch an tetartoëdrischen Substanzen häufig scheinbare Oktaëder auftreten. Aus diesem Grunde versuchte ich es, durch künstliche Abrundung neue Flächen zu erhalten, die deutlicher zeigten, dass Tetartoëdrie nicht vorhanden sei, denn Flächen von complicirteren Indices als die Grundform schliessen sich bei Hemiëdrien und Tetartoëdrien fast stets aus. Ich fand denn auch nach längerem Suchen Flächen vom Zeichen mOm als Abstumpfung der Kanten zwischen Würfel und Oktaëder. Die Messung ergab den Werth $2O2$(112), eine Form, welche auch von Herrn Klocke angegeben wird (siehe diese Zeitschr. 2, 295). Wäre bei Alaunen Tetartoëdrie vorhanden, so müssten die Flächen dieses Zeichens tetraëdrisch-hemiëdrisch entwickelt erscheinen. Zuerst erhielt ich dieselben nur vereinzelt oder zu dreien auf einer Oktaëderfläche, wenn die Gegenfläche derselben auf dem Boden auflag. Erst als ich, wie Herr Klocke es angiebt, einzelne Krystalle so aufstellte oder aufhängte, dass eine Würfelfläche nach oben gerichtet war, konnte ich die Vertheilung der Flächen von $2O2$ erkennen. Dieselben traten nicht nur an zwei gegenüberliegenden Combinationskanten des Oktaëders und Würfels auf, sondern rings um die Fläche von $\infty O\infty$(001). Fig. 3, Taf. IV stellt ein Exemplar dieser Art in zweifacher Grösse dar. An den vier oberen Oktaëderflächen (o) treten zwölf Flächen von $i = 2O2$(112) auf, so dass die vier Flächen, welche um die obere Würfelfläche (h) liegen, sehr stark entwickelt sind im Vergleich mit den acht Flächen, welche an den mittleren Oktaëderecken liegen. An den unteren vier Flächen von O treten keine Ikositetraëderflächen auf. Auch bei Anwendung salzsaurer Lösungen habe ich diese Flächen erhalten, und ein Exemplar von Chromalaun zeigte sogar alle bisher beobachteten Formen vereinigt. Um eine Fläche von $\infty O\infty$(001) trat neben O(111), ∞O(011), $\frac{\infty O2}{2}$(012) noch $2O2$(112) auf, und zwar wiederum in unzweifelhaft holoëdrischer Entwicklung.

Beschreibung der Krystallformen.

Bleisalpeter.

Scacchi giebt an, dass er für dieses Salz nur pyritoëdrische Hemiëdrie und auch diese erst auf Zusatz von salpetersaurem Natron erhalten habe. Ich habe theils mit Lösungen des gereinigten, theils mit denen des

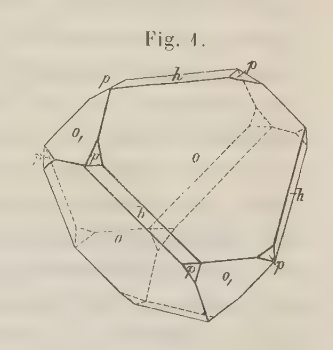
käuflichen Salzes gearbeitet und bin dabei zu den folgenden Resultaten gekommen.

Wenn die Verdunstung von concentrirten Lösungen sehr langsam vor sich ging, so bildeten sich klare Combinationen von Würfel und Oktaëder, die zuweilen sehr deutlich das Pyritoëder zeigten, besonders wenn der Würfel stark entwickelt war. Reine Oktaëder von milchweisser porzellanartiger Substanz erhielt ich, wenn die Verdunstung sehr schnell vor sich ging oder die Abscheidung durch Abkühlung erfolgte.

Wurde die Verdunstung etwas langsamer als bei der Bildung von den besagten reinen Oktaëdern, so traten bald Würfel und Pyritoëder auf, ohne dass die Krystalle ganz klar wurden. Sie wurden nur durchscheinend und es liess sich zugleich erkennen, dass das Oktaëder in zwei Tetraëder zerfiel. Vier Flächen blieben nämlich beim Wachsen der Krystalle kleiner und undurchsichtiger, als die vier grösseren und klareren Flächen, während bei ganz klarem oder ganz mattem Material die tetraëdrische Ausbildung des Oktaëders nur selten deutlich hervortrat.

Die Lage der Tetraëder in Bezug auf das Pyritoëder ist eine constante, wie sie der beistehende Holzschnitt Fig. 1 zeigt. Denkt sich der Beobachter in den Mittelpunkt einer der Tetraëderflächen gestellt, so werden bei den grossen Tetraëderflächen (*o*) die Combinationskanten mit dem Würfel (*h*) rechts durch das Pyritoëder *p* abgestutzt, bei den kleinen Tetraëderflächen aber links. Ueberträgt man auf diese Verhältnisse die Marbach'sche Anschauungsweise, so ist die Combination als eine linke aufzufassen. Die Pyritoëderflächen erscheinen in der vorliegenden Combination als gleichschenkelige Dreiecke, und in denselben entsprechen die Mittellinien den Lothen, welche

Fig. 1.



von der Spitze der Pentagondodekaëderflächen auf deren Grundlinie gefällt werden können. Diese Lothe oder Mittellinien nun erscheinen bei den drei an die grossen Tetraëderflächen anstossenden Pyritoëderflächen dem Zeiger der Uhr entgegengesetzt gerichtet. Die Ecke, welche durch das vorwiegende Tetraëder abgestumpft wird, ist also eine linke des Pyritoëders, und solche Combinationen nennt Marbach linke.

Je klarer die Grössendifferenz der beiden Tetraëder entwickelt ist, desto mehr tritt meist auch der Unterschied in der Durchsichtigkeit hervor. In Fig. 4, Taf. IV ist eines der Individuen dargestellt, welche diesen Unterschied am ausgeprägtesten zeigten. Der Krystall ist durchsichtig, doch sieht man, dass die kleinen Tetraëderflächen matt sind. Ausserdem erstrecken sich von diesen nach dem Centrum hin vier undurchsichtige Pyra-

miden, welche deutlich zeigen, dass die Mattigkeit nicht eine blosse Oberflächenerscheinung ist, sondern sich ins Innere der Krystalle fortsetzt. Dasselbe giebt sich auch in anderer Weise kund. Legt man einen Krystall mit einer Fläche des matten Tetraëders auf den Boden des Gefässes, so wird beim Weiterwachsen die matte Fläche von einem sechsseitigen Hofe umgeben, der ringsum klar ist (Fig. 6, Taf. IV). Legt man aber einen Krystall auf eine Fläche des klaren Tetraëders auf, so erscheint beim Weiterwachsen des Krystalls diese Fläche zwar auch von einem sechsseitigen Hofe umgeben, aber dieser zerfällt in sechs Felder. Drei derselben entsprechen den anstossenden Würfelflächen und sind wie beim vorigen Falle klar; die anderen drei aber entsprechen den matten Tetraëderflächen und sind auch dem entsprechend undurchsichtig (Fig. 5, Taf. IV).

Die Coexistenz von mattem und klarem Material an demselben Individuum zeigt deutlich, dass beide nicht wesentlich von einander verschieden sind. Auch sonst kommt klares und mattes Material zusammen vor. Schon Herr A. Knop beschreibt klare Krystalle von Bleisalpeter mit einem matten Kerne*).

Von Interesse sind auch die künstlich hergestellten Uebergänge von klaren Cubooktaëdern in matte Oktaëder, die man erhält, wenn man klare Krystalle der ersten Art in sich langsam abkühlende Lösungen bringt. Wenn man das Wachsen nicht bald unterbricht, so bedecken sich die Krystalle ringsum mit einer Kruste von mattem Material, und es tritt die Würfelfläche mehr und mehr zurück, indem sich die Formen oktaëdrisch zuspitzen. Nimmt man aber die Krystalle bald heraus, so glückt es zuweilen, den Punkt zu treffen, wo die Schichten von opakem Material, welche sich auf den Oktaëderflächen abgelagert haben, noch eben durchsichtig sind. Da bei schnellem Wachsen die Krystalle vorzüglich in der Richtung der Hauptaxen sich vergrössern, so scheiden sich auf den Würfelflächen dickere Schichten ab, die schon milchweiss sind, während man noch durch die dünneren Schichten der Oktaëderflächen hindurchsehen kann. So haben die Krystalle auf den Würfelflächen dünne, weisse, vierseitige Platten aufgelagert, an welche sich je zwei kleine dreieckige Zipfel anschliessen, die die Pyritoëderflächen überdecken, welche beim Wachsen zuerst verwischt werden (Fig. 7, Taf. IV).

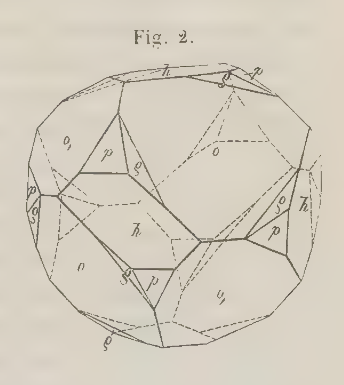
Neben den erwähnten Formen bemerkte ich häufig eine Abrundung der Combinationskanten zwischen Würfel und einem Tetraëder, doch waren die so angedeuteten Flächen nicht messbar. Durch künstliche Abrundung mit verdünnter Lösung und darauffolgendes Wachsenlassen gelang es mir, messbare Flächen zu erhalten, welche die Indices (338) ergaben. Hierbei zeigte sich nun auch deutlich, dass die Form nur an den Combinations-

*) Pharmaceutisches Centralblatt 1853, pag. 17.

kanten von Würfel und dem vorwiegenden Tetraëder auftrat, d. h. an den Kanten $h : o$ (s. Fig. 1, S. 127), so dass sie also eine tetraëdrische Form ist, nämlich $\frac{\frac{8}{3}O\frac{8}{3}}{2}$, und zwar vom Vorzeichen des besagten Tetraëders. Dieselbe Lage hatten auch die unmessbaren Abrundungen, wenn die Lage überhaupt bestimmt war. Die Gegenform habe ich nie gefunden.

Neben diesen Formen, die einzeln betrachtet nur hemiëdrisch erscheinen und sich erst in ihrer Combination als tetartoëdrische erkennen lassen, wie in der Einleitung ausgeführt wurde, habe ich auch das tetraëdrische Pentagondodekaëder beobachtet. Diese Form ist auch an und für sich als tetartoëdrische charakterisirt. Zuerst fand ich dieselbe zufällig bei Temperaturschwankungen, dann aber habe ich dieselbe nach künstlicher Abrundung mehrmals wieder erhalten, doch mussten hierzu möglichst klare Krystalle genommen werden, denn nur bei diesen wird die Abrundung eine gleichmässige; andere Krystalle erscheinen nach der Abrundung stets zerfressen. Die Abrundung ist stets bei beiden Tetraëdern verschieden, indem die Flächen des vorwiegenden Tetraëders schon stark abgerundet sind, während die des kleinen noch gut spiegeln. Diese Individuen legte ich dann in Lösungen, die bei ziemlich constanter Temperatur in einem ungeheizten Zimmer langsam verdunsteten. Hierbei trat dann häufig $+\frac{\frac{8}{3}O\frac{8}{3}}{2}$ auf, und zwischen diesen Flächen und dem Pyritoëder lagen einzelne schiefgestellte Flächen. Dieselben waren gewöhnlich stark gestreift und zuweilen noch abgerundet, doch fanden sich auch schmale Flächen, die glatt waren und mehr oder minder gute Reflexe gaben. Dieselben traten stets in der Gestalt schmaler, stumpfwinkliger Dreiecke auf, wie es beistehende Fig. 2 zeigt. Lässt man die 12 Flächen (ϱ), welche zu je dreien an dem vorwiegenden Tetraëder liegen, allein zum Durchschnitt gelangen, so entsteht ein rechtes positives Tetartoëder. Ich habe in folgender Tabelle die Messungen von den 12 glänzendsten Flächen, die ich erhalten, zusammengestellt. Die Flächen waren an neun Individuen vertheilt. Gemessen wurden die Winkel der Combinationskanten der Fläche des Tetartoëders mit dem Würfel und dem Pyritoëder.

Fig. 2.

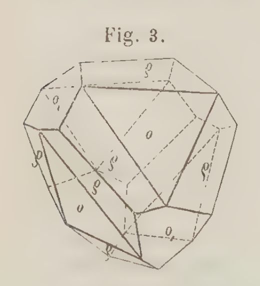


Fläche	Individuum	$\frac{mOn}{4} : \infty O \infty$	$\frac{mOn}{4} : \infty O 2$
1	1	32° 14′	17° 30′
2	2	33 7	—
3	2	33 56	22 58
4	3	35 13	22 48
5	4	36 15	22 59
6	5	36 26	22 37
7	6	37 53	22 40
8	7	38 4	22 30
9	8	38 40	23 27
10	4	38 1	23 45
11	9	38 7	23 59
12	9	38 20	—

Die einzelnen Messungen schwankten um 15—30′, nur bei 10 und 12 ergaben sich keine grösseren Differenzen, als 5—10′. Diese letzteren Zahlen schliessen sich, soweit es bei der Ungenauigkeit der betreffenden Beobachtungen zu erwarten steht, dem Zeichen $2O\frac{5}{3}$ (5.6.10) an, welches die Winkel 38° 1′ resp. 23° 35′ erfordert. Die übrigen Zahlenwerthe führen nicht auf einfache Ausdrücke, woraus zu schliessen ist, dass es hier eine Reihe von Tetartoëdern giebt, welche durch vicinale Flächen in einander übergehen. Das Vorkommen der einen oder anderen Form scheint oft durch sehr geringe Schwankungen der Wachsthumsgeschwindigkeit bedingt zu sein, so dass selbst an demselben Krystalle Flächen von verschiedenen Indices sich ausbilden können, wie Nr. 5 und 10 zeigen.

Bei den eben beschriebenen Krystallisationen traten die Tetartoëderflächen stets nur vereinzelt auf. Nur einmal habe ich bei meinen Krystallisationen eine Reihe von Individuen mit allseitig ausgebildetem Tetartoëder erhalten. Diese Exemplare hatten sich in einer Lösung gebildet, welche während des Winters in einem ungeheizten Saale stand. Der Habitus dieser in beistehender Fig. 3 dargestellten Krystalle war tetraëdrisch. Der Würfel sowie das Pyritoëder waren meist auch, aber nur sehr untergeordnet entwickelt, wenn die Tetraëder stark ausgebildet waren. An den Flächen des positiven Tetraëders trat das tetraëdrische Pentagondodekaëder in Gestalt von länglichen unsymmetrischen Vierecken auf. Häufig waren diese Flächen auch noch breiter, als in der Figur dargestellt, und kamen unter sich zum Durchschnitt, so dass sie die Form unsymmetrischer Sechsecke annahmen. Die Flächen waren glänzend, aber man konnte meist erkennen, dass

Fig. 3.



dieselben nicht einer einzigen Ebene angehörten, so dass die Flächen meist kleine Faltungen wahrnehmen liessen. Die Winkelmessungen bestätigten dies leider, denn die erhaltenen Reflexe waren zwar lichtstark, aber sie dehnten sich meist zu einem Scheine aus, dessen Grenzen 3—5 Grade von einander entfernt waren. So waren denn auch keine guten Messungen möglich, und die Fehlergrenzen zu gross, um für diese Flächen einen Versuch zu machen, dieselben zu berechnen und zu vergleichen. Die Winkelwerthe, welche ich gefunden habe, liegen zwischen den Grenzen 38° 34′ und 32° 50′ für den Combinationswinkel mit $\infty O \infty (001)$, und zwischen 20° 45′ und 22° 0′ für den Combinationswinkel von Tetartoëder und Pyritoëder. Diese Messungen zeigen wenigstens, dass die Flächen eine ähnliche Lage haben, wie die Seite 130 angegebenen.

In dieselbe Lösung, in der sich die beschriebenen Individuen ausgebildet hatten, habe ich auch mehrere klare Cubooktaëder von Bleisalpeter gelegt und weiter wachsen lassen. An diesen trat auch nach etwa einer Woche deutlich das Tetartoëder auf, in der Ausbildung, wie es in Fig. 8, Taf. IV dargestellt ist.

Diese Bildung war durch Temperatur wesentlich mit bedingt, denn als letztere sich in dem Zimmer auf mehr als etwa 8° hob, traten nur noch Oktaëder mit untergeordnetem Würfel auf, nachdem allmälig die Grösse der Tetartoëder und die tetraëdrische Differenzirung der Flächen o geringer geworden war.

Auch mit Lösungen, zu denen verschiedene Salze gesetzt waren, habe ich Krystallisationsversuche gemacht, ohne aber bis auf einzelne Fälle besondere Resultate zu erhalten. Merkwürdiger Weise bewirkte der Zusatz von Harn, der einen gewissen Ruf hat, die Bildung von complicirten Formen zu begünstigen, dass sich auch bei langsamerer Ausscheidung nur reine Oktaëder zeigten, und dass die Individuen beim Wachsen in ein Aggregat von kleinen Krystallen zerfuhren, sobald sie die Grösse von wenigen Millimetern überschritten.

Von den angewandten Zusätzen bewirkte nur derjenige von Zinknitrat die Ausbildung besonderer Flächen. Es zeigten die Krystalle bei gewöhnlicher Zimmertemperatur und langsamer Verdunstung Formen, welche ähnlich den in Fig. 3 abgebildeten waren. Für die Winkel gilt durchaus das was ich Seite 130 gesagt habe. Der Würfel nebst dem Pyritoëder war meist sehr untergeordnet, besonders wenn die Bildung sehr langsam vor sich ging. Bei etwas beschleunigtem Wachsen traten dagegen Formen auf, welche durchaus dem in Fig. 2 dargestellten Individuum gleichen. Waren die Tetartoëder noch weniger entwickelt, so liess sich nur noch eine Reihe von schiefen Streifen wahrnehmen, welche ganz die Lage haben, wie die Kanten von $\frac{mOn}{4} : + \frac{O}{2} (= \varrho : o)$ in Fig. 2. Die Lage der Streifen war eine

schwankende, ihre Richtung wich von derjenigen der Kante $\frac{O}{2} : \infty O \infty$ um 10° bis 20° ab. Je nach der Schnelligkeit der Krystallbildung können in derselben Lösung alle Uebergänge stattfinden zwischen gestreiften Partien der Tetraëderflächen bis zu einheitlichen Tetartoëderflächen.

Sehr gute Resultate ergaben dagegen die Diffusionsversuche von wässerigen concentrirten Lösungen gegen Alkohol und besonders gegen Salpetersäure. In beiden Flüssigkeiten ist der Bleisalpeter schwerer löslich als in Wasser, und es scheiden sich daher bald Krystalle aus von der Form sehr regelmässiger Cubooktaëder. Diese Krystalle sind glatt und durchsichtig, selbst wenn das Wachsthum ziemlich schnell vor sich geht. Dieselben sind von einer Durchsichtigkeit, wie ich sie bei Verdunstungsversuchen nie erhalten konnte, und es liessen sich auf diese Weise in einigen Tagen klare Individuen ziehen, die bei Verdunstungsversuchen ebenso viele Wochen zu ihrer Bildung bedurft hätten.

Alle bisher beschriebenen Formen zeigten eine constante Lage des Pyritoëders zu den beiden Tetraëdern, nämlich die aus Fig. 1 und 2 ersichtliche. Anders verhielten sich nur die Krystalle eines einzigen Versuches. Dieselben hatten sich während der Sommerferien abgeschieden, während welcher die Lösung zwei Monate hindurch in einem geschlossenen Schranke gestanden hatte. Der Schrank stand kühl und gegen starke Temperaturschwankungen geschützt. Die Krystalle waren theils würfelförmig, theils noch ausgeprägter tetraëdrisch als die Formen, die ich sonst erhalten habe. Ein Krystall der ersteren Ausbildung ist in beistehendem Holzschnitt Fig. 4 dargestellt; der Habitus desselben ist sehr ähnlich demjenigen der Krystalle des chlorsauren Natrons*), und zwar entspricht er den linksdrehenden Krystallen des letzteren Salzes. Ein tetraëdrisches Individuum stellt Fig. 5 dar, aus welcher unmittelbar ersichtlich ist, dass das vorherrschende Tetraëder gegen das Pentagondodekaëder die umgekehrte Lage hat, als bei den früher beschriebenen und in Fig. 1, S. 127 abgebildeten Krystallen. Dasselbe findet auch bei den würfelförmigen Individuen (Fig. 4) statt.

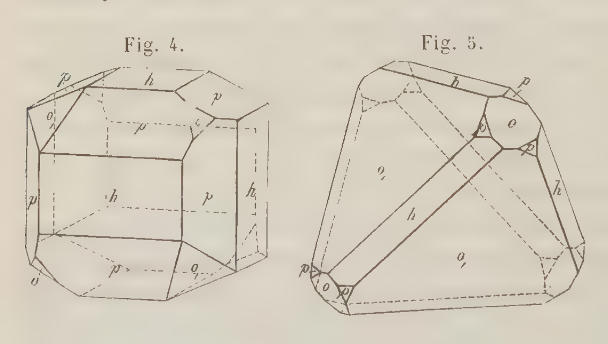


Fig. 4. Fig. 5.

Für diese Abweichung sind zweierlei Auffassungen möglich. Entweder

*) P. Groth, Physikalische Krystallographie pag. 435.

ist das sonst vorwiegende Tetraëder weniger als seine Gegenform entwickelt, oder es tritt an diesen Krystallen das andere Pyritoëder auf. Um dieses zu entscheiden, habe ich eine Reihe von Krystallen abgerundet und wieder wachsen lassen. Eins der Exemplare zeigte darauf sehr deutlich das Trigondodekaëder, aber es trat nicht als Abstumpfung der Combinationskanten des Würfels und vorwiegenden Tetraëders, sondern an einer kleineren Tetraëderfläche auf. Es ist demnach der Schluss berechtigt, dass das hier vorwiegende Tetraëder dem sonst minder entwickelten gleich zu stellen ist. Es können also die Tetraëder verschieden ausgebildet sein, wofür auch der Umstand spricht, dass sich bei demselben Versuche würfelförmiges Material befand, ohne hervorragende tetraëdrische Entwicklung, denn man kann diese gewissermassen als die Uebergangsformen ansehen. Es reihen sich also diese Krystalle durchaus den früher beschriebenen Formen an, wenn nur das positive Tetraëder als dasjenige bezeichnet wird, an dem die Trigondodekaëder und Tetartoëder auftreten.

Barytsalpeter.

Der Barytsalpeter zeigt bei sehr schneller Bildung dieselben Eigenschaften, wie wir sie am Bleisalze gefunden haben. Er bildet dann nur Oktaëder aus und ist eben so weiss und undurchsichtig wie das Bleisalz. Wenn das Wachsthum etwas langsamer vor sich geht, so tritt zuweilen der Würfel untergeordnet auf, zuweilen aber auch herrscht er vor, und zwar habe ich im Sommer meist Krystalle der zweiten Art, im Herbste dagegen von der ersten erhalten. Scacchi giebt für wässerige Lösungen keine weiteren Flächen an und scheint sich besonders der Versuche mit Zusatz verschiedener Salze angenommen zu haben. Ich habe auch bei dem vorliegenden Salze meist wässerige Lösungen des käuflichen Salzes angewandt und noch eine Reihe von anderen Flächen gefunden.

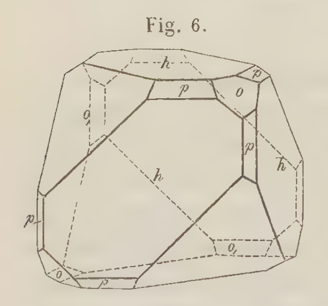
Es resultirten hierbei jedoch zwei Modificationen, je nach dem Material, welches ich in Arbeit hatte. Zuerst habe ich im Herbste 1878 einige Pfund Salz zu Krystallisationen verwendet. Eine zweite Reihe von Lösungen habe ich 1879 von einem Kilo Barytnitrat angesetzt, welches in derselben Handlung gekauft war. Ob beide Modificationen von der Handlung aus verschiedenen Bezugsquellen entnommen waren, habe ich nicht in Erfahrung bringen können. Ich muss beide Modificationen gesondert beschreiben.

1) Krystallisationen vom Herbst 1878. Ausser dem Oktaëder und Würfel habe ich an zwei Krystallisationen noch einige hemiëdrische und tetartoëdrische Flächen beobachtet. Der Habitus des betreffenden Materials war theils ein tetraëdrischer, theils ein würfelförmiger. Der Grösse nach sind beide Tetraëder sehr verschieden, aber eine Differenz in der Durchsichtigkeit derselben habe ich nicht gefunden. Scacchi giebt an: »Von den zwei Tetraëdern n und n' des Oktaëders zeigt n grössere und glänzen-

dere, n' kleinere und rauhe Flächen.« Baumhauer erwähnt, dass er dies nicht habe beobachten können; auch ich habe es an gut ausgebildeten Exemplaren nur bei Zusatz von anderen Salzen gefunden. Dagegen tritt dieser Unterschied deutlich hervor, wenn die Lösungen bei wachsender Temperatur nicht ganz concentrirt sind. Beim Bleisalze habe ich Aehnliches bei der künstlichen Abrundung beschrieben (pag. 129), dort war es aber das vorwiegende Tetraëder, und es zeigte sich, dass diese Abrundung zusammenhing mit der Bildung der untergeordneten Flächen vom Zeichen $\frac{mOm}{2}$ und $\frac{mOn}{4}$, die nur an dem abgerundeten Tetraëder auftraten, während an dem glänzenden Tetraëder keine derartigen Formen sich bildeten. Auch beim Barytsalze verhält sich die Sache ähnlich, und wir werden im Verlaufe der Arbeit sehen, dass die Formen erwähnter Art häufig am kleinen Tetraëder, fast nie am grossen auftreten.

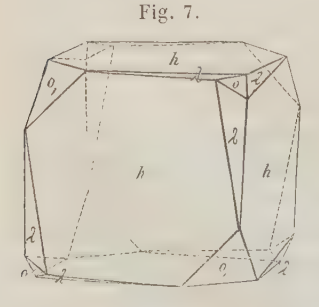
Die Tetraëder haben in Bezug auf das Pyritoëder die Lage, welche in Fig. 6 dargestellt ist, und welche auch Scacchi und Baumhauer angeben. Vergleicht man diese Lage mit der gewöhnlichen des Bleisalzes, so findet man, dass sie die umgekehrte ist und ganz den Krystallen entspricht, die in Fig. 5, S. 132 dargestellt sind. Fig. 6 und 5 unterscheiden sich nur dadurch, dass bei ersterer der Würfel vorwaltet. Dadurch geht die Pyritoëderfläche, welche in Fig. 5 als ein kleines Dreieck erscheint, in ein Paralleltrapez über.

Fig. 6.



Weit complicirter war die Gestalt der würfelförmigen Exemplare. Die Oktaëderflächen traten zuweilen gar nicht mehr, meist aber schwach entwickelt auf, doch war bei aufmerksamer Betrachtung fast immer die tetraëdrische Entwicklung zu erkennen, wie auch Baumhauer erwähnt. Das Pyritoëder habe ich zwar nie bei diesen Krystallen gefunden, doch lässt sich aus der Vertheilung der Tetraëderflächen leicht die Lage desselben ableiten. Ein Vergleich von Figur 6 mit dem Citate von Scacchi (S. 124) lehrt, dass das Pyritoëder die obere und untere Kante des Würfels an der vorderen Würfelfläche abstumpfen würde. Ich fand auf diesen Kanten nie Flächen; dagegen zeigten sich, wie Fig. 7 darstellt, auf zwei gegenüberliegenden Kanten tetraëdrische Pentagondodekaëder bei einigen Individuen und bei den meisten Zwillingen. Die Flächen spiegelten zwar theilweise erträglich, aber die Lage dieser Flächen war noch weit variabler als beim

Fig. 7.



Bleisalze. Sie schwankten zwischen den Grenzen $2O2(112)$, $3O3(113)$, $\infty O2(102)$ und $\infty O3(103)$. Die Grösse der Flächen ist sehr verschieden, und zuweilen treten sie vereinzelt so entwickelt auf, dass die Würfelfläche ganz verschwindet. Zuweilen trifft man auch, dass die beiden Tetartoëderflächen, welche an einer Würfelfläche liegen, mit letzterer nicht parallele Combinationskanten haben. Dies lässt erkennen, dass die beiden Tetartoëderflächen nicht von denselben Parameterverhältnissen sind, und es verhält sich hiermit ähnlich wie mit den beiden Flächen 5 und 10 in der Tabelle für die Messungen der Tetartoëderflächen beim Bleisalpeter.

Von besonderem Interesse sind die Uebergänge von diesen Flächen allgemeinster Lage zu den Grenzformen $m = \infty$ und $m = n$. Diese Grenzformen traten häufiger auf als die Flächen mittlerer Lage und erschienen als genau oder doch nahezu parallelkantige Abstumpfungen der Würfelkanten oder der Combinationskanten von $\infty O \infty(001)$ und dem kleineren Tetraëder. Die Messungen geben in diesen Fällen auch bessere Resultate und führen zu Flächen vom Zeichen $\left[\frac{\infty O3}{2}\right] \pi(013)$, $\left[\frac{\infty O2}{2}\right] \pi(012)$, respective $+\frac{3O3}{2} \varkappa(113)$. Für die erste Form differirt der Winkelwerth für die Combinationskante mit $\infty O \infty$ allerdings um anderthalb Grad, für die beiden anderen Formen aber kommen Winkelwerthe vor, wo die Abweichung von der Grösse des berechneten Kantenwinkels nur wenige Minuten beträgt. Ausserdem findet sich die Form $+\frac{\frac{8}{3}O\frac{8}{3}}{2} \varkappa(338)$, ebenfalls am kleinen Tetraëder gelegen, aber nur bei Zwillingen. Neben diesen Trigondodekaëdern habe ich noch eines beobachtet, welches zum grossen Tetraëder gehört und das Zeichen $-\frac{5O5}{2} \varkappa(1\bar{1}5)$ hat.

Vergleichen wir die Tetartoëder des Bleisalpeters und des Barytsalpeters, so treten zwei Unterschiede hervor. Wenn dasjenige des ersteren allein zu Ausbildung käme, würde ein rechtes Tetartoëder entstehen, beim Barytsalze würde dagegen ein linkes resultiren. Beim Bleisalpeter ist das gewöhnlich auftretende Pyritoëder eine Grenzform des Tetartoëders, deswegen liegen auch beide Formen stets benachbart. Beim Barytsalpeter dagegen giebt das Tetartoëder als Grenzform ein Pyritoëder, welches die Gegenform zu dem gewöhnlich ausgebildeten ist, deswegen auch die Flächen des Tetartoëders und Pyritoëders nie an einander liegen. Diese Verhältnisse treten am deutlichsten hervor, wenn man die Figuren 2, S. 129 und 8, S. 136 vergleicht.

Auch eine Reihe von Krystallisationen mit Zusatz von verschiedenen Substanzen habe ich unternommen und habe dabei wesentlich andere For-

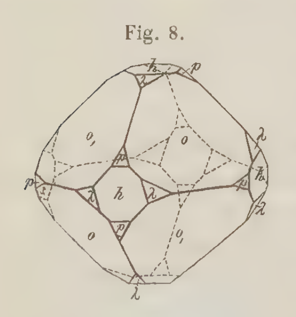
men erhalten. Niemals resultirte würfelförmiges Material, sondern oktaëdrisches, cubooktaëdrisches und tetraëdrisches.

Rein oktaëdrische Formen befanden sich in einer mit Alkohol versetzten Lösung, welche ich in einem mit Pergamentpapier verbundenen Gefässe verdunsten liess. Dieses Papier lässt bekanntlich Alkohol langsamer als Wasser diffundiren, und so wurde die Lösung mit der Zeit stärker alkoholisch. Da nun aber der Barytsalpeter in Alkohol weniger als in Wasser löslich ist, so schied sich derselbe aus, wenn die Lösung wasserärmer wurde. Die Krystalle bildeten sich sehr langsam und waren nur klein, doch gut durchsichtig, und zeigten keine Flächen ausser dem Oktaëder.

Cubooktaëdrische Formen ergaben die Lösungen mit salpetersaurem Eisenoxyd und Natronsalpeter. Bei beiden Krystallisationen lässt sich die tetraëdrische Entwicklung des Oktaëders nur an einigen Individuen erkennen, und der Würfel ist so weit ausgebildet, dass die Oktaëderkanten nicht mehr vorhanden oder doch sehr kurz sind. Bei Zusatz von salpetersaurem Eisenoxyd trat häufig deutlich das Trigondodekaëder $\frac{\frac{8}{3}O\frac{8}{3}}{2}\varkappa(338)$ auf, welches dem kleineren Tetraëder angehörte; vereinzelt fanden sich Flächen von Pyritoëder $\left[\frac{\infty O 2}{2}\right]\pi(012)$ und von linken Tetartoëdern in der Stellung der Fig. 8, doch waren letztere nicht mit einiger Genauigkeit zu messen.

Weit besser zeigten sich diese beiden Flächenarten entwickelt bei Zusatz von Natronsalpeter. Die Krystalle nähern sich sehr der Form, welche Scacchi abbildet*), nur sind die Tetraëder häufig etwas mehr im Gleichgewicht, und das Tetartoëder war ein linkes, während Scacchi ein rechtes angiebt, wenigstens nach seiner Figur. Im Texte selbst spricht er sich nicht darüber aus. Die Individuen, von denen eines in Fig. 8 dargestellt ist, waren nur klein, doch waren die Flächen des Tetartoëders zuweilen glatt genug, um gemessen zu werden. Ich habe die Winkel vom Tetartoëder zum Würfel und kleineren Tetraëder gemessen, und die Winkelgrössen waren bei verschiedenen Krystallen nicht sehr schwankend.

Fig. 8.

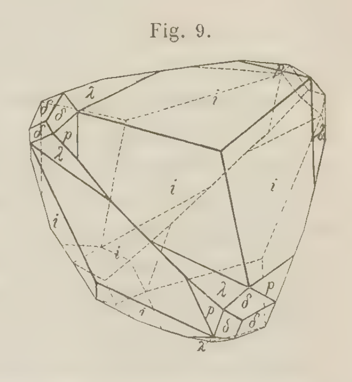


Die Combinationskante mit dem Tetraëder mass stets circa 28° 10′ und stimmt demnach genau genug überein mit dem Winkel 28° 18′, den die von Scacchi angegebene Fläche von dem Zeichen $4O2(124)$ mit der Tetraëderfläche bilden würde. Für diese Fläche müsste der Winkel der Combinationskanten mit dem Würfel 29° 12′ sein, während die Werthe, welche ich ge-

*) Poggendorff's Annalen, **109**, Taf. III, Fig. 5.

messen habe, zwischen 31⁰ und 32⁰ schwankten. Der Werth, den Scacchi angiebt, ist die theoretische Winkelgrösse, es lässt sich aber aus den Angaben des Autors nicht ersehen, ob dieser Werth wirklich beobachtet wurde, oder ob er nur annähernd erreicht wurde. Die Lage der Tetartoëderflächen ist in so weit die von Scacchi angegebene, als dieser sagt: »Auch tetartoëdrische Formen, wie ich sie in der Natur nicht kenne. Am häufigsten $p\frac{1}{4}(a : 2a : 4a)$, dessen Lage in Bezug auf das Tetraëder constant, aber die umgekehrte der Pyritoëderflächen ist.« Doch ist, wie bereits gesagt wurde, das von Scacchi gezeichnete Tetartoëder ein rechtes.

Fig. 9.



Vorwiegend tetraëdrisches Material erhielt ich auf Zusatz von Kalisalpeter, Zucker und in einer Lösung, die mit allen angewandten Verunreinigungen versetzt war. Letztere lieferte die interessantesten Formen, von denen beistehende Fig. 9 eine darstellt. Am stärksten war das Trigondodekaëder $+\frac{2O2}{2}\varkappa(112)$ entwickelt, welches zuweilen fast isolirt auftrat, zuweilen mit den beiden Tetraëdern combinirt war. Von den letzteren zeichnete sich dasjenige, welches nicht von dem Zeichen des Trigondodekaëders war, durch den grösseren Glanz aus. Vereinzelt traten auch die Flächen des Pyritoëders und Tetartoëders auf, und für letztere gilt dasjenige, was ich von den Tetartoëdern bei Krystallisation mit Zusatz von Natronsalpeter gesagt habe. Vergleichen wir den in Fig. 9 abgebildeten Krystall dieser Art mit den früher beschriebenen Formen, so lehrt das Vorkommen der Flächen von complicirten Parameterverhältnissen, dass sich diese Form zu der gewöhnlichen des Barytsalpeters verhält, wie die beiden Formen des Bleisalpeters, welche in Fig. 4 und 5 abgebildet sind. Es gehört also dieses Trigondodekaëder mit in die Reihe der positiven, welche sich bei den früher beobachteten Formen zeigte. Alle bisher beobachteten Krystallisationen von Barytsalpeter haben also ein Tetraëder, an dem die Trigondodekaëder und Tetartoëder liegen, und die Stellung des Pyritoëders und dieses Tetraëders ist eine constante und zwar die gleiche wie beim Bleisalze. An einem Individuum der besprochenen Krystallisation zeigte sich die Fläche des negativen Tetraëders durch drei Flächen eines Deltoiddodekaëders δ ersetzt in der Weise, wie es Fig. 9 zeigt. Die Messung ergab für die Form das Zeichen $-\frac{2O}{2}\varkappa(1\bar{2}2)$.

Die Krystalle aus der Zuckerlösung hatten die Form des Strontiansalpeters, welche in Fig. 9, Taf. IV abgebildet ist. In der mit Kalisalpeter

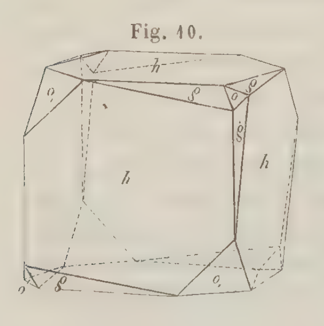
versetzten Lösung bildeten sich nur kleine Tetraëder ohne irgend welche andere Flächen, so dass das Vorzeichen jenes nicht bestimmt werden konnte.

2) Krystallisationen vom Frühjahr 1879: In Bezug auf die Ausbildung scheinbar holoëdrischer Individuen verhielt sich diese zweite Modification ganz wie die soeben beschriebene. Sowie aber andere Gestalten auftraten, zeigte sich eine bestimmte Differenz.

Die Lage des Pyritoëders zum vorwiegenden Tetraëder ist diejenige, welche für Bleisalz als gewöhnliche beschrieben wurde, so dass die für Bleinitrat gegebene Fig. 1, S. 127 für diese Barytsalpetermodification durchaus Geltung hat. Dass das vorwiegende Tetraëder wie beim Bleisalze das positive ist, zeigt sich, wenn tetartoëdrische Formen auftreten. Diese Formen erhielt ich nicht bei Versuchen mit reinen Lösungen, dagegen entstanden bei Zusatz von Chromnitrat in verschiedenen Versuchen Tetartoëder und zwar von der Ausbildung und der Lage, wie ich sie beim Bleisalze gefunden habe bei Zusatz von Zinknitrat. Besonders stark trat das Tetartoëder in einer der Lösungen auf, und zwar in Formen, welche wesentlich übereinstimmen mit dem Habitus, der für das Bleisalz Fig. 3 abgebildet ist. Daneben erschien nur sehr untergeordnet das Pyritoëder und der Würfel. Auch an den Kanten von $\infty O \infty : -\frac{O}{2}$ traten Abstumpfungen auf, welche Formen vom Zeichen $-\frac{mOm}{2}$ angehören, dieselben waren aber abgerundet, so dass eine Messung nicht möglich war. Nur durch diese Andeutungen von Flächen unterscheiden sich diese Krystallisationen von den ähnlichen des Bleisalzes.

Von anderem Habitus waren die würfelförmigen Individuen, welche sich bei einigen der Versuche gebildet hatten. An denselben traten Tetartoëderflächen als nahezu parallelseitige Abstumpfungen der Würfelkanten auf, ähnlich wie es S. 134 beschrieben wurde. Nebenbei war auch zuweilen das Pyritoëder ausgebildet und es liess sich dadurch die Unterscheidung der Tetraëder durchführen. Die Streifen verbreiterten sich gegen das positive Tetraëder hin. Die beiden Tetraëder waren ziemlich gleichgewichtig, nur an einzelnen Individuen zeigte sich deutlich, dass das negative Tetraëder vorwiegend war, so dass diese Krystalle sich so wie die Fig. 4 und 5 S. 132 abgebildeten Bleisalzindividuen verhielten. In beistehender Fig. 10 ist ein Exemplar von Barytnitrat mit Tetartoëdern dargestellt. Die Flächen, welche ringsum gezeichnet wurden, fanden sich

Fig. 10.



in Wirklichkeit nur einzeln entwickelt. Ein Vergleich von Fig. 7 und 10 lässt erkennen, dass die Tetartoëder, welche in beiden Fällen auftraten, beide positive sind, aber das eine ein rechtes, das andere ein linkes, deshalb ergiebt in Fig. 10 das Tetartoëder als Grenzform das gewöhnliche Pyritoëder, in Fig. 7 die Gegenform desselben.

Strontiansalpeter.

Der Strontiansalpeter zeigt ganz wie die beiden besprochenen Salze bei schneller Abkühlung matte Formen, doch treten hier auch schon bei nicht sehr langsamer Bildung klare Krystalle auf. Scacchi giebt an, dass er auf Zusatz von Eisenchlorid das Pentagondodekaëder erhalten habe. Ich habe meist mit wässerigen Lösungen eines käuflichen Strontiansalpeters gearbeitet, der viel Kalksalpeter enthielt. Reine Oktaëder traten nur bei sehr schnellem Wachsthum auf, sonst waren die Krystalle schön ausgebildete Cubooktaëder. Das Pyritoëder $\left[\frac{\infty O 2}{2}\right] \pi(012)$ zeigte sich mehrmals an Zwillingen, doch nur mit vereinzelten Flächen. Bei einem Versuche erhielt ich tetraëdrisches Material, so dass die Differenz der Tetraëder derjenigen in Fig. 2 gleichkam. Leider traten Pyritoëder und Tetraëder nicht an demselben Individuum auf, so dass die gegenseitige Lage derselben nicht constatirt werden konnte.

Die Resultate mit Zusatz von verschiedenen Salzen waren hiervon nicht verschieden, nur auf Zusatz von Chlorcalcium erhielt ich vorwiegend oktaëdrisches Material mit ringsum ausgebildeten Pyritoëderflächen. Die meisten Individuen liessen jedoch erkennen, dass die beiden Tetraëder nicht gleich gross waren. Fig. 9, Taf. IV stellt ein Individuum dar. Diese Formen zeichnen sich vor den sonst erhaltenen Krystallen derselben Substanz dadurch aus, dass die Würfelflächen entweder ganz fehlten oder doch sehr untergeordnet auftraten, während sonst bei langsamem Wachsthum der Würfel stark entwickelt war. Ein Vergleich mit Fig. 1, S. 127 lehrt, dass die Lage des Pyritoëders zum vorwiegenden Tetraëder derjenigen entspricht, welche beim Bleisalze gewöhnlich auftritt.

Ueberblicken wir vergleichend die Krystallformen der drei Salze, so treten die Analogien leicht ins Auge. Alle zeigen, allerdings nur unter besonderen Verhältnissen, pentagonale und tetraëdrische Formen. Wie die Arbeiten von Herrn Sadebeck über Blende *) zeigen, sind zwar die physikalischen Differenzen, so wie die Grösse der Tetraëderflächen meist maassgebend für die Unterscheidung derselben, aber zuweilen führen diese

*) Z. d. deutschen geologischen Gesellschaft **21**, 620.

Merkmale zu Fehlschlüssen, während die Anordnung der Flächen von höheren Indices als 1 in allen Fällen die Tetraëder scharf charakterisirt. Wenden wir diese Regel auch auf unsere Salze an, so zeigen die Nitrate des Bleis und Barytes ein Tetraëder, an dem die Tetartoëder und ihre Grenzformen, die Trigondodekaëder, liegen. Ich habe alle Formen, welche diesem Tetraëder angehören, als positive bezeichnet und in den Figuren gleichartig gestellt (d. i. vorn, oben, rechts und in den zugehörigen Octanten), weil man gewohnt ist, diese Bezeichnung für diejenigen Tetraëder zu gebrauchen, an denen die meisten Nebenformen auftreten. Zu diesem Tetraëder haben die Pyritoëder, welche bei beiden Salzen auftreten, dieselbe Lage, und es mag dieses Pyritoëder als linkes oder negatives bezeichnet werden, weil in der gewählten Stellung die Pyritoëder die Lage, in der gewöhnlich die negativen oder linken Pyritoëder dargestellt werden, erhalten, d. h. in welcher die vorn dem Beobachter zugekehrte hexaëdrische Kante horizontal verläuft. Der Unterschied der Salze beruht lediglich auf der Verschiedenartigkeit der Tetartoëder. Die bisher von mir beobachteten sind zwar alle positiv, aber theils rechte, theils linke. Beim Barytsalz finden sich je nach dem Krystallisationsmaterial beide Formen, beim Bleisalze nur rechte. Die rechten Tetartoëder ergeben bei beiden Salzen das gewöhnliche Pyritoëder, die linken die Gegenform desselben.

In folgender Tabelle habe ich die Formen, welche ich beobachtete, zusammengestellt:

Bleinitrat		Baryumnitrat 1. Modification		Baryumnitrat 2. Modification		Strontiumnitrat	
$\infty O \infty$		$\infty O \infty$		$\infty O \infty$		$\infty O \infty$	
positiv	negativ	positiv	negativ	positiv	negativ	positiv	negativ
$+\frac{O}{2}$	$-\frac{O}{2}$	$+\frac{O}{2}$	$-\frac{O}{2}$	$+\frac{O}{2}$	$-\frac{O}{2}$	$+\frac{O}{2}$	$-\frac{O_{\frac{3}{2}}}{2}$
$+\frac{\frac{8}{3}O\frac{8}{3}}{2}$	$-\left[\frac{\infty O 2}{2}\right]$	$+\frac{2O2}{2}$	$-\frac{2O}{2}$	$+\frac{mOn}{4}r$	$-\left[\frac{\infty O 2}{2}\right]$		$-\left[\frac{\infty O 2}{2}\right]$
$+\frac{mOn}{4}r$		$+\frac{\frac{8}{3}O\frac{8}{3}}{2}$	$-\frac{5O5}{2}$	$+\frac{2O\frac{5}{3}}{4}r$?	$-\frac{mOm}{2}$		
$+\frac{2O\frac{5}{3}}{4}r$		$+\frac{3O3}{2}$	$-\left[\frac{\infty O 2}{2}\right]$				
		$+\left[\frac{\infty O 2}{2}\right]$					
		$+\left[\frac{\infty O 3}{3}\right]$?					
		$+\frac{mOn}{4}l$					
		$+\frac{4O2}{4}l$					

In Bezug auf die Durchsichtigkeit zeigen alle drei Salze dieselben Erscheinungen. Die Kenntniss der Formen des Strontiansalpeters erscheint gegenüber den beiden anderen Salzen als lückenhaft, besonders weil man die Lage der Tetartoëder und deren Grenzformen nicht kennt. Die Betrachtung der Aetzfiguren wird aber zeigen, dass auch auf diese Lage aus der Natur jener zu schliessen ist, und dass sich das Strontiansalz analog dem Bleisalze verhält.

Optische Untersuchung.

Durch die Zuvorkommenheit des Herrn Professor Sohncke wurde ich in den Stand gesetzt, die besprochenen Salze auf Circularpolarisation zu untersuchen. Alle drei Nitrate zeigen, wenn die Richtung, nach welcher man durch den Krystall sieht, eine trigonale Axe ist, bei keiner Stellung eine intensive Verdunkelung, sondern der Krystall erscheint bei gekreuzten Nikols hellbläulich. Diese Erscheinung ist, wie bereits Marbach angiebt, auf eine anormale Doppelbrechung zurückzuführen, welche letztere auch Lewis constatirte. Sieht man dagegen durch zwei Würfelflächen in der Richtung der Hauptaxen durch den Krystall, so tritt bei gekreuzten Nikolschen Prismen starke Verdunkelung ein. Bei der Untersuchung wurde deshalb nur letztere Richtung gewählt. Von Bleisalpeter und Strontiansalpeter hatte ich je einen klaren Krystall von 6—8 mm Dicke, von Barytsalpeter wurden in drei verschiedenen Versuchen je zwei Krystalle, welche einzeln 3 mm dick waren, zusammengeklebt. Die Untersuchung mit Hülfe eines Heliostaten, eines Polarisationsapparates und eines gradsichtigen Spectroskopes liess keine Circularpolarisation erkennen. Am klarsten war der Krystall von Strontiansalpeter, was mir besonders wichtig war, weil Marbach für diese Substanz angiebt, dass sie wahrscheinlich circular polarisire.

Zum Vergleiche mit anderen circularpolarisirenden Substanzen führte ich eine Untersuchung von einer dünnen Platte ($c = 0{,}4$ mm) von chlorsaurem Natron und von einem besonders durchsichtigen Bleinitratexemplare bei divergentem Lichte aus. Das letztere war 4 mm dick, zeigte stark entwickelte Tetartoëder und beeinflusste die Helligkeit des Gesichtsfeldes nicht mehr als der Krystall von Natriumchlorat. Die Platte des letzteren drehte die Polarisationsebene um $1^0\,22'$. Die Mittel aus je sechs Beobachtungen schwankten zwischen den Grenzen $1^0\,15'$ und $1^0\,31'$. Die Drehung für Gelb würde nach Marbach sein $1^0\,26'$, nach Sohncke $1^0\,18'$. Als der Bleinitratkrystall eingeschaltet wurde, ergab sich aus allen Messungen eine Abweichung von nur $3'$, die so gering ist, dass sie bei den vorhandenen Fehlerquellen nicht berücksichtigt werden kann. Das abweichendste Mittel von sechs Beobachtungen würde nur eine Drehung von $3'$ für 1 mm Dicke zulassen, und dass dieser ungünstigste Fall nicht statt hat, ist

gewiss. Auch die concentrirten Lösungen der drei Salze habe ich mit dem Wild'schen Polaristrobometer untersucht, ohne eine Andeutung von Circularpolarisation zu finden.

Aus diesen Untersuchungen geht also hervor, dass es Substanzen giebt, die ausgeprägt tetartoëdrisch krystallisiren und also enantiomorph sind, ohne als Krystalle oder Lösungen die Polarisationsebene des Lichtes zu drehen, wie es die bisher als enantiomorph erkannten Substanzen thun.

Aetzfiguren.

Es finden sich bei den drei Salzen zweierlei Vorkommnisse, welche zu den Aetzfiguren zu rechnen sind, oder doch ihnen analoge Gebilde sind. Theils sind dies geradlinig umgrenzte Vertiefungen (Aetzfiguren im engern Sinne), theils aber auch nur linienförmige Unebenheiten. Beide Gebilde hat Herr Baumhauer bereits am Barytsalpeter beobachtet, aber nur für die Würfelflächen. Auf diesen (Krystallisationen vom Herbst 1878) treffen wir, zuweilen schon dem blossen Auge wahrnehmbare, Streifen, welche weder parallel sind den Combinationskanten mit dem Pyritoëder, noch denen mit den Tetraëdern. Baumhauer bildet diese so ab*), dass dieselben eine mittlere Richtung haben zwischen den Richtungen der Combinationskanten des Würfels mit dem gewöhnlich auftretenden Pyritoëder und dem vorwiegenden Tetraëder. Ich habe stets gefunden, dass die Linien gerade senkrecht zu der angegebenen Richtung waren, also eine Richtung hatten, welche den spitzen Winkel, den die Combinationskanten des Würfels mit dem kleinen Tetraëder und dem Tetartoëder oder dessen Grenzformen bildeten, halbirte. Die Linien bildeten mit der Würfelkante einen Winkel von circa 5⁰, doch konnte man deutlich erkennen, dass diese Linien zickzackartig gebrochen waren, so dass die einzelnen Theile abwechselnd zwei verschiedenen Richtungen parallel waren. Die eine derselben entsprach der Würfelkante, die andere bildete mit derselben einen Winkel von circa 28⁰. Unter gleichem Winkel bildet auch Baumhauer die Unebenheiten ab. Wie der erwähnte Autor angiebt, lassen sich solche Streifungen nur auf Tetartoëder zurückführen, und zwar auf ein Tetartoëder vom Vorzeichen des vorwiegenden Tetraëders, während die von mir beobachteten Tetartoëder vom Vorzeichen des kleineren sind. Die von uns soeben beschriebenen Aetzfiguren lassen sich dagegen auf letztere zurückführen. Diese Gebilde finden sich meist auf den Flächen des Würfels ohne künstliche Aetzung, durch letztere erhält man kurze linienförmige Gebilde, welche die Richtung der beschriebenen Streifen haben, und die auch Baumhauer abbildet.

Eine gleiche Erscheinung zeigt sich auch beim Bleisalpeter, wo die

*) a. a. O. S. 52.

Streifen nahezu der Kante $\infty O \infty : \infty O 2$ parallel verlaufen. Die Abweichung von dieser Richtung nach der Combinationskante mit dem positiven Tetraëder ist häufig nicht zu erkennen, theils so gering, dass sie innerhalb der Fehlergrenzen der Beobachtungen liegt. Da das gewöhnlich auftretende Pyritoëder eine Grenzform des Tetartoëders ist, so gilt für das Bleisalz die beim Barytsalpeter gemachte Erfahrung, dass die Aetzfiguren der Würfelflächen auf die Tetartoëder und ihre Grenzformen für $m = \infty$ zurückzuführen sind. Die gleiche Lage haben die Streifen auf den Würfelflächen des Strontiansalzes, und man darf wohl erwarten, dass die beiden Salze eine ähnliche Lage für das Tetartoëder haben.

Die Oktaëderflächen zeigen bei allen drei Salzen Aetzfiguren, welche auf Tetartoëder schliessen lassen, und zwar habe ich theils dreieckige, theils linienförmige Vertiefungen gefunden*).

Streifungen habe ich beim Baryt- und Strontiansalpeter gefunden, dieselben haben aber eine andere Lage als die beim Alaun beschriebenen. Dieselben sind nicht senkrecht zu den Oktaëderkanten, sondern bilden einen Winkel von circa 75° mit letzteren.

Die dreieckigen Vertiefungen haben ebenfalls eine ganz andere Lage als diejenigen bei den pentagonalen Krystallen. Die Umrisse derselben waren meist nicht gut zu erkennen, doch die drei Polkanten der Vertiefungen traten stets deutlich hervor, und auf diese habe ich deshalb stets mein Augenmerk gerichtet. Gehen wir von den Aetzfiguren des Alauns aus und fällen von der Mitte eines Dreieckes auf eine Oktaëderkante ein Loth, so liegt eine der Polkanten der Vertiefung in der Richtung des Lothes. Drehen wir in irgend einem Sinne das Dreieck, so weicht diese Polkante in demselben Sinne von dem Lothe ab.

Die Aetzfiguren aller drei untersuchten Nitrate erscheinen als Dreiecke, die um einen gewissen Werth gegen die Lage derjenigen des Alauns gedreht sind, und zwar sind dieselben auf den Tetraëdern von entgegengesetzten Vorzeichen auch entgegengesetzt gedreht. Beim Bleisalpeter sind die Aetzfiguren auf den positiven Tetraëderflächen links, d. i. dem Zeiger der Uhr entgegengesetzt gedreht, auf den Flächen des negativen Tetraëders dagegen rechts gedreht. Beim Barytsalz verhalten sich die beiden Modificationen mit rechten und linken Tetartoëdern entgegengesetzt. Bei Individuen mit rechten Tetartoëdern waren die Dreiecke der Aetzfiguren auf

*) Beide Gebilde lassen sich auch am Alaun nachweisen, und es haben bei diesem Salze die Dreiecke eine derartige Lage, dass die Seiten derselben den Oktaëderkanten parallel sind, und die Spitzen der Dreiecke gegen eine Kante gerichtet sind. Diese Figuren sind bereits lange bekannt, doch finden sich auch Streifen die senkrecht auf den Oktaëderkanten stehen, und die meines Wissens noch nicht beschrieben sind. Beides bildet Herr Strüver dagegen für Pyrit ab (S. mineralogia italiana, Torino 1869, Fig. 177. Tab. XIII).

den Flächen des positiven Tetraëders nach links gedreht und auf den Flächen des negativen Tetraëders nach rechts, bei Krystallen mit linken Tetartoëdern waren die Dreiecke auf dem positiven Tetraëder rechts gedreht, auf dem negativen links. Der Vergleich mit Bleinitrat lehrt, dass sich dieses wie diejenige Modification des Barytsalzes verhält, welche gleiche Tetartoëder hat.

In den schematischen Figuren 10 und 11, Taf. IV sind diese Verhältnisse für beide Salze dargestellt. Die Richtung der Drehung der Aetzfiguren ergiebt sich, wenn man die Richtung bestimmt, nach der die Mittellinien der kleinen Dreiecke von denen der grossen abweichen. Fig. 10 stellt diese Verhältnisse für ein Cubooktaëder von Bleinitrat dar und demnach auch für Barytnitrat mit rechten Tetartoëdern. Fig. 11 dagegen hat für Barytnitrat mit linken Tetartoëdern Geltung.

Beim Strontiansalpeter ist die Lage der Aetzfiguren auf dem positiven und vorwiegenden Tetraëder diejenige, welche für Bleinitrat gefunden wurde. Derselbe verhält sich also sowohl in Bezug auf die Streifungen der Würfelflächen als auch in Bezug auf die Aetzfiguren von *O* analog dem Bleisalze, so dass die Annahme, welche vorerst ausgesprochen wurde, dass nämlich beide Salze ein gleichgelegenes Tetartoëder haben, berechtigt erscheint.

Verzerrungen.

Ausser den beschriebenen regelmässig ausgebildeten Krystallen sind auch nicht selten Verzerrungen zu beobachten, besonders wenn die Verdunstung nicht sehr langsam vor sich geht. Diese Gebilde lassen sich in zwei Gruppen theilen, nämlich in solche, welche ersichtlich von äusseren Verhältnissen abhängen, und solche, bei denen Dieses nicht unmittelbar nachzuweisen ist, und welche daher vielleicht auf eine in der Natur der Substanz begründete Ursache zurückzuführen sind. Zu ersteren würden die Deformationen beim Ablagern auf dem Boden gehören, doch kommen auch bei frei hängenden Krystallen Verzerrungen vor. Sie bestehen darin, dass nach einer Seite hin die Oktaëderflächen, nach der anderen die Würfelflächen stärker entwickelt sind, als an der entgegengesetzten Seite. Neben reinen Oktaëdern treffen wir solche mit einer einzigen Würfelfläche, oder mit zwei zusammenliegenden Würfelflächen u. s. w., so dass man alle Uebergänge vom Oktaëder zum Cubooktaëder verfolgen kann. Ebenso beobachtet man die Uebergänge von letzterer Form zum Würfel, wobei dann auch die Differenz in der Grösse der Tetraëderflächen hervortritt. So trifft man z. B. an einer Würfelfläche nur zwei Tetraëderflächen, während an der gegenüberliegenden vier solche auftreten, oder es finden sich nur noch zwei Tetraëderflächen überhaupt an einem Exemplare. Die Deutung dieser Abweichung von der gleichmässigen Ausbildung ergiebt sich leicht, wenn

man die Krystalle in der Lösung beobachtet. Man sieht dann, dass die Seite derselben, welche sich vorwiegend würfelförmig entwickelt, nach oben gerichtet ist. Wenn auch die Lage einer Hauptaxe nicht senkrecht ist, so liegt doch die Axe der Verzerrung oder scheinbaren Hemimorphie stets so, dass nach unten das Oktaëder vorwaltet, nach oben der Würfel.

Es lässt sich aus dieser Stellung die Ursache der Verzerrung ersehen. Bekanntlich haben die einzelnen Schichten einer Lösung eine geringe Differenz in der Concentration der Art, dass die oberen Schichten die weniger concentrirten sind. Die oberen Theile der Krystalle befinden sich also in einer Schicht, wo die Absonderung der Masse langsamer vor sich geht, als in derjenigen, in welcher sich das untere Ende befindet. Da nun bereits ausgeführt ist, wie empfindlich die besprochenen Salze gegen die Geschwindigkeit der Ausscheidung sind, so können sich die oberen und unteren Theile sehr wohl verschieden ausbilden, und es müsste am oberen Ende die Form vorwalten, welche sich bei langsamerem Wachsthum mehr entwickelt, das ist das Hexaëder. Es ist dieses auch in der That der Fall, es hat den Anschein als verdränge der Würfel von oben her das Oktaëder. Auch der in Fig. 3, Taf. IV abgebildete Alaunkrystall gehört zu den besprochenen Erscheinungen, denn auch beim Alaun treten andere Formen als das Oktaëder nur bei langsamer Krystallisation auf.

Die sonstigen Verzerrungen sind wiederum zweierlei Art. Erstens ist die Richtung der Verzerrung eine trigonale Zwischenaxe, zweitens eine rhombische Zwischenaxe. Erstere treffen wir beim Barytsalze, besonders wenn nur reine Oktaëder entwickelt sind. Zuweilen findet die Verzerrung nur nach einem Pole der trigonalen Axe statt, so dass eine Oktaëderfläche ganz ausfällt, meist aber sind die Individuen nach beiden Seiten hin verzerrt, so dass das Oktaëder als ein Rhomboëder combinirt mit kleiner Basis erscheint.

Rhombische Verzerrungen habe ich am Bleisalze und Strontiansalze vorgefunden und zwar an Cubooktaëdern und an Oktaëdern. Es erscheinen daran vier Oktaëderflächen, welche einer Zone angehören, als rhombisches Prisma verzerrt.

Auf die Verzerrung der Zwillinge werde ich später zurückkommen.

Wachsthumsformen.

Auch unvollkommene Wachsthumsformen habe ich zu beobachten Gelegenheit gehabt, und erregten dieselben mein Interesse, weil die optische Untersuchung durch Biot und Reusch zu Diskussionen über den inneren Bau besonders des Alauns Anlass gegeben hat. Auch die salpetersauren Salze zeigen nach Marbach ganz wie Alaun eine schwache Doppelbrechung, welche man zuerst*) durch Lamellarpolarisation erklärte, während durch

*) Poggendorff's Annalen **94**, 417.

Reusch*) dargethan wurde, dass die optischen Anomalien auf innere Spannungen zurückzuführen seien. Diese Spannung könne herbeigeführt werden, wenn die Krystalle sich zuerst in der Richtung der Hauptschnitte skelettartig ausbilden, die Oktaëder später ausgefüllt würden.

Ich habe verschiedene Versuche gemacht, durch schnelle Abkühlung von Lösungen Wachsthumsformen zu erhalten, aber nur beim Barytsalpeter gelang dieses, nachdem die Lösung durch Zusatz von Stärke eine kleisterartige Consistenz angenommen hatte. Die so erhaltenen Formen waren zwar nur klein, aber schön ausgebildet, als drei sich kreuzende oktaëdrische Axen oder als Oktaëder mit hohlen Oktanten, so dass vorwiegend nur die oktaëdrischen Hauptschnitte ausgefüllt waren. Dieselbe Erscheinung beobachtete ich am Alaun, von welchem ich auch grössere Complexe erhielt, die aber immer nur nach einer einzelnen Hauptaxe ausgebildet waren. Die von Reusch gegebene Erklärung findet also in der Wachsthumsart eine directe Bestätigung.

Das Vorwalten des Wachsthums nach den besagten Schnitten zeigt sich auch zuweilen, wenn die Krystalle der besprochenen Salze auf einem rauhen Boden aufliegen. Sie zeigen dann häufig feine erhöhte Streifen auf der unteren Fläche. Da die Krystalle meist mit einer Fläche des Oktaëders aufliegen, so zeigen sich dann drei feine Streifen, welche sich unter Winkeln von 60⁰ schneiden. Wie diese drei Linien auf die Hauptschnitte zurückzuführen sind, zeigt Fig. 12, Taf. IV. Einige Krystalle, welche zufällig so lagen, dass die Contactfläche nahezu einer Würfelfläche parallel war, zeigten dagegen auch nur zwei Linien, die als Diagonalen der am Boden liegenden Fläche erschienen. Den lamellenartigen Aufbau der Oktanten kann man oft wahrnehmen, besonders zeigt sich derselbe an klaren Individuen bei Contact- und Bruchflächen.

Beim Strontiansalpeter treten die Wachsthumsformen unter ganz anderen Bedingungen auf. Erwärmt man Lösungen dieses Salzes auf 40—50 Grad und lässt sie langsam verdunsten, so scheiden sich nicht nur in der Flüssigkeit Krystalle ab, sondern es bildet sich auf der Oberfläche eine Kruste, die meist unregelmässig gestreift erscheint. Es lassen sich einzelne Krystalle erkennen, die auf der Oberfläche schwimmend in die Kruste eingewachsen sind, und die Structur der letzteren steht mit der Anordnung der einzelnen Individuen in Zusammenhang. Um diese Verhältnisse besser zu erkennen, hängte ich grosse Krystalle in die Lösungen, so dass sie theilweise in dieselben eintauchten; die Kruste, welche sich an diese Individuen ansetzte, war deutlich orientirt, und zuweilen war dies für die ganze Kruste auf einer Lösung der Fall. Die Haut besteht der grossen Ausdehnung nach aus kleinen Krystallen und erscheint vielfach gefaltet, und zwar so, dass die

*) Monatsberichte der Berliner Akademie, Juli 1867.

Falten parallel sind. Hängt man einen Krystall so in die Lösung, dass eine Hauptaxe senkrecht steht, so erscheint die Kruste in vier Felder eingetheilt. Die Falten der anstossenden Felder stehen senkrecht auf einander und da, wo sie zusammenstossen, finden sich grosse Krystalle, welche vier Strahlen um das mittlere Individuum bilden. Diese vier Strahlen liegen in den Hauptschnitten. Hängt man einen Krystall so in die Lösung, dass eine Fläche von O wagerecht steht, so bilden sich sechs Strahlen aus, welche gleichfalls den Hauptschnitten entsprechen. Ein Vergleich mit Fig. 12, Taf. IV lehrt, dass diese sechs Strahlen den Verlängerungen der hervorragenden Linien entsprechen. Die Falten stossen in den einzelnen Strahlen unter einem Winkel von 120^0 zusammen.

Dass die Differenz der matten und klaren Krystallisationen ebenfalls auf Wachsthumsverschiedenheit zurückzuführen ist, zeigen Feinschliffe durch Individuen, welche halb trübe, halb durchsichtig sind. Die klaren Partien erscheinen regelmässig lamellar gebaut, die matten dagegen nicht. Es leisten auch die matten Partien beim Schleifen mehr Widerstand gegen das Zerbröckeln als die klaren, so dass dort wahrscheinlich Wachsthumsformen unregelmässig vertheilt, gewissermassen verfilzt sind. Dafür spricht schon der Umstand, dass sich die matten Formen bei schnellerem Wachsthum bilden; aber auch sonst lässt sich nachweisen, dass der innere Bau der matten Formen unregelmässig ist im Vergleich mit dem klaren Material. Wenn man Formen von mattem Material abzurunden versucht, so gelingt dies, wie erwähnt wurde, nicht, sondern dieselben werden unregelmässig aufgelöst und erscheinen zerfressen, während klares Material beim Auflösen immer glatt bleibt.

Dass Discontinuitäten wirklich vorkommen, zeigte eine Untersuchung auf eingeschlossenes Wasser. Ich nahm eine Portion von einigen Grammen klaren Bleisalpeters, liess dieselbe an der Luft eine halbe Stunde liegen und trocknete das gewogene Pulver bei 110^0. Der Verlust betrug nur $0{,}03^0/_0$. Daneben nahm ich auch eine gleiche Portion von mattem Material, liess dasselbe zwei Tage lang im Exsiccator trocknen, um sicher zu sein, dass der höhere Wassergehalt, den ich erwartete, nicht auf äusserlich anhaftendes Wasser zurückzuführen sei. Es ergab sich ein Verlust von $0{,}3^0/_0$. Derselbe ergiebt auf je 16 Moleküle PbN_2O_6 ein Molekül Wasser, und diese Menge Wasser dürfte schon ausreichen, um die Störung der Durchsichtigkeit zu erklären.

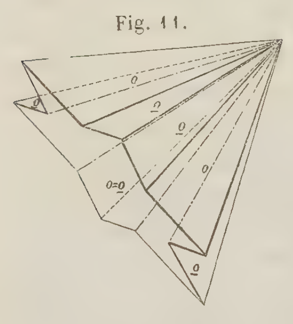
Zwillinge.

Alle von mir beobachteten Verwachsungen zeigen, wie sehr sie auch ihrer äusseren Form nach variiren, eine gemeinsame Eigenschaft. Bei allen ist eine trigonale Axe eines Individuums parallel einer ebensolchen eines anderen Individuums. Der äusseren Gestalt nach lassen sich die Zwillinge

in zwei Gruppen theilen, je nachdem die auftretenden Formen vorwiegend tetraëdrisch entwickelt sind oder holoëdrisch ausgebildet zu sein scheinen. Der erstere Fall ist bei Weitem der seltenere, ich habe ihn nur bei einer kleinen Anzahl von Barytsalpeterkrystallen verwirklicht gefunden.

Da die trigonalen Axen bei tetartoëdrischen Formen wie bei tetraëdrischen polar sind, so sind in Bezug auf die Richtung der parallelen Axen zwei Fälle der Verwachsung denkbar: entweder sind diese Axen gleichgerichtet oder entgegengesetzt gerichtet. Das erstere ist, wie die Zwillinge des Fahlerzes und der Blende zeigen, für tetraëdrisch krystallisirende Substanzen immer der Fall. Ich habe dieses nur einmal beobachtet an Krystallen, welche sich aus einer mit Kalisalpeter verunreinigten Lösung von Barytsalpeter abgesetzt hatten. Wie Seite 137 erwähnt wurde, bildeten sich bei diesem Zusatze nur reine Tetraëder aus, und auch der Zwilling zeigte keine anderen Formen. Er erscheint, wie beistehende Fig. 11 ersehen lässt, als Verwachsung von zwei gleich grossen Tetraëdern, die eine Fläche gemeinsam haben und um die trigonale Axe, welche auf dieser senkrecht steht, um 60° gegen einander gedreht worden sind. Der Krystall sitzt frei an einem Faden, so dass die Fläche, welche beiden Individuen gemeinsam ist, rings entwickelt erscheint, und es ist somit die Möglichkeit einer zufälligen Verwachsung ausgeschlossen.

Fig. 11.



Verwachsungen von tetraëdrisch entwickelten Individuen mit entgegengesetzt gerichteten trigonalen Axen habe ich unter den Krystallen gefunden, welche sich aus einer mit allen Seite 137 erwähnten Verunreinigungen versetzten Lösung gebildet hatten und die, wie l. c. beschrieben wurde, vorwiegend das Trigondodekaëder $\frac{2O2}{2}$ neben den beiden Tetraëdern zeigten. Es sind bei entgegengesetzt gerichteten trigonalen Axen zwei verschiedene Fälle zu unterscheiden. Bezeichnen wir das Ende der trigonalen Axen, welches in der Mitte einer positiven Tetraëderfläche austritt, als positives, das entgegengesetzte als negatives Ende, so können die zugewandten Pole zweier verwachsener Individuen entweder positive oder negative sein, und je nachdem ist eine Fläche des positiven oder negativen Tetraëders die Zwillingsebene. Beide Fälle giebt Scacchi sowie auch Baumhauer an.

Wir haben das Trigondodekaëder $\frac{2O2}{2}$ als positives bezeichnet, demnach erscheinen die Zwillinge mit positiven zugewandten Polen als zwei Trigondodekaëder, die mit einer Fläche des positiven Tetraëder gegen ein-

ander gelegt sind. Fig. 13, Taf. V zeigt eine solche Verwachsung für den Fall, dass nur das Trigondodekaëder entwickelt ist. Es treten nicht nur keine einspringenden Winkel auf, sondern die Zwillingsgrenze ist auch nicht scharf ausgeprägt, weil von den Flächen $2O2$ beider Individuen die an die Zwillingsgrenze anstossenden in eine Ebene fallen.

Ganz anders sieht ein Zwilling mit einer negativen Tetraëderfläche als Verwachsungsebene aus. Er wird gebildet von zwei Trigondodekaëdern, die mit einer tetraëdrischen Ecke gegen einander gekehrt sind. Fig. 14, Taf. V stellt ein Exemplar mit vorwiegendem Trigondodekaëder dar. Es fallen zwar auch wieder je drei Flächen des Trigondodekaëders der Richtung nach zusammen, aber zwischen ihnen bilden die positiven Tetraëderflächen einspringende Winkel. Von dieser Art habe ich zwei Exemplare erhalten.

Die soeben beschriebenen und Fig. 13 und 14, Taf. V abgebildeten Zwillinge zeigen sehr deutlich, dass die tetraëdrischen Formen symmetrisch zu der Zwillingsebene liegen, und auch die später zu beschreibenden Doppelindividuen zeigen stets das Gleiche. wenn überhaupt hemiedrische Formen zu erkennen sind. Tritt aber zu den tetraëdrischen Gestalten noch eine Form der pentagonalen Hemiedrie. so ist letztere immer unsymmetrisch vertheilt in beiden Individuen. Bei dem Zwillinge Fig. 11. S. 148 ist das Umgekehrte der Fall. Die Tetraëder liegen nicht symmetrisch zur Richtung der gemeinsamen Oktaëderflächen. Wenn dagegen pentagonale Flächen zur Ausbildung kommen würden, so würden diese symmetrisch vertheilt sein.

Neben dieser geringen Anzahl von Verwachsungen tetraëdrischer Individuen habe ich Hunderte von Zwillingen von scheinbar holoëdrischer Gestalt mit entgegengesetzt gerichteten trigonalen Axen beobachtet. Die Tetraëder traten als Oktaëder auf oder waren doch fast gleichwerthig ausgebildet. Nebenher war meist auch der Würfel entwickelt. während die hemiëdrischen und tetartoëdrischen Flächen nur untergeordnet auftraten. Die Häufigkeit des Auftretens der Zwillinge hängt ab von der Geschwindigkeit, mit der sich die Krystalle aus den Lösungen abscheiden. Bei sehr schneller Abkühlung und bei sehr langsamer Bildung derselben waren Zwillinge selten, häufig dagegen, wenn die Ausscheidungsgeschwindigkeit zwischen diese Extreme fiel.

B l e i s a l p e t e r. Bei diesem Salze sind Zwillinge nicht sehr zahlreich, wenigstens habe ich stets nur einzelne Exemplare, allerdings in den verschiedensten Lösungen, gefunden. Theils sind sie von Cubooktaëdern, theils von reinen Oktaëdern gebildet. Ganz wie die analogen Verwachsungen der holoëdrischen Substanzen sind sie häufig nach der Zwillingsebene stark abgeplattet und zeigen rings um die Verwachsungsfläche drei einspringende und drei ausspringende Winkel. Wachsen die Zwillinge in Harnlösungen, so bilden sie sich ganz wie die Einzelkrystalle in denselben Lösungen zu

einem Aggregat von kleinen Oktaëdern aus, so dass dann zwei Krystallgerippe sich in Zwillingsstellung befinden.

Wenn die Abplattung nicht sehr stark ist, so erscheinen die Verwachsungen von der Gestalt der gewöhnlichen Spinellzwillinge. Dass wir es aber mit anderen Gebilden zu thun haben, zeigt sich, wenn dieselben sehr langsam weiter wachsen, so dass sich Pyritoëderflächen bilden. Es liegen dann letztere immer unsymmetrisch zur Zwillingsebene. Sucht man aus solchen Zwillingen durch Umdrehung der beiden Hälften um die Zwillingsaxe einen einzigen Krystall zu erhalten, so geht dies durchaus nicht. Fig. 15, Taf. V stellt einen Zwilling dar für den Fall, dass die verwachsenen Hälften desselben oktaëdrisch entwickelt waren und nebenher Würfel und Pyritoëder untergeordnet auftraten, und zwar so, dass die eine Hälfte gegen die andere um 60^0 gedreht ist. Es fallen zwar die Tetraëderflächen beider Individuen in dieselbe Ebene, aber je eine positive Tetraëderfläche der einen Hälfte mit einer negativen der anderen. Die gleichen Tetraëder der beiden Individuen würden sich also je allein zur holoëdrischen entsprechenden Form ergänzen. Das Letztere hat auch statt für die pentagonalen Formen, die sich in beiden Individuen nach besagter Drehung als Gegenformen zum Pyramidenwürfel ergänzen.

Will man eine Zwillingsebene und eine Axe wählen, um welche gedreht die Individuen nach einer bestimmten Drehung in parallele Stellung kommen, so kann man zwei Wege einschlagen. Entweder kann man eine der drei rhombischen Axen, welche normal zu der gemeinsamen trigonalen Axe stehen, wählen und als Ebene die Fläche von ∞O, auf welcher die rhombische Axe senkrecht steht. Dann fallen die Individuen zusammen, wenn man sie um $70^0\,32'$ oder $289^0\,28'$ dreht. Welcher von beiden Werthen der richtige ist, hängt ab von der Richtung, nach der man dreht. Aehnlich sucht Herr Baumhauer die Zwillingsbildung darzustellen, indem er sagt: »Dabei ist das eine Individuum gegen das andere um eine Kante von $\infty O \infty : +\frac{O}{2}$ *) um einen Winkel von $70^0\,32'$ (den Winkel zweier in einer Ecke zusammenstossender Oktaëderflächen) gedreht«, denn die besagte Combinationskante entspricht der rhombischen Axe. Man kann aber auch die von Herrn P. Groth für die Blende vorgeschlagene Zwillingsebene, eine Fläche von $2O2$, nehmen und als Axe die Normale dazu. Dann erhalten die beiden Hälften die gleiche Stellung nach einer Drehung um 180^0.

Bei Hemitropien nach einer Oktaëderfläche liegen bei tetraëdrischen Krystallen die Flächen beider Individuen zu der Zwillingsebene nicht symmetrisch, während bei pentagonalen Hemitropien dieselben symmetrisch

*) Die Fläche, welche hier mit $+\frac{O}{2}$ bezeichnet ist, habe ich als $-\frac{O}{2}$ genommen.

angeordnet sind. Bei den Zwillingen der besprochenen Salze ist gerade, wie entwickelt wurde, das Umgekehrte der Fall.

Tritt an den beschriebenen Zwillingen noch der Würfel auf, so schwinden die einspringenden Winkel, je mehr derselbe sich entwickelt, und bei vielen cubooktaëdrischen Zwillingen fehlen sie ganz (vergl. Fig. 16, Taf. V). Mit dem Würfel tritt meist auch das Pyritoëder auf und damit auch die Unsymmetrie. Dieselbe zeigte sich besonders auffallend bei einigen Zwillingen, die sich unter denjenigen Krystallen befanden, welche durch Ueberlagerung einer matten Schicht bei plötzlichem Wachsen die Würfel und Pyritoëderflächen eingebüsst hatten, so dass die letzteren in der Gestalt von weissen Zipfeln zu erkennen waren. Diese Zipfel liessen die Unsymmetrie leicht wahrnehmen.

Die Tetraëder waren selten verschieden ausgebildet, doch da die Lage der Tetraëder und des Pyritoëders eine constante ist, so lässt sich auch an Zwillingen mit keinen anderen als pentagonalen Flächen die Vertheilung der Tetraëder ersehen, und dieselben waren stets symmetrisch zur Zwillingsebene. Bei den wenigen Zwillingen, die direct Tetraëder zeigten, war stets dasselbe zu beobachten.

Neben diesen Zwillingen habe ich auch, theils beim Bleisalpeter, theils bei den beiden anderen Salzen, Drillinge beobachtet. Dieselben können dreierlei Art sein, je nach der Stellung der Zwillingsebenen an dem mittleren Individuum, wenn wir als mittleres immer dasjenige bezeichnen, mit dem die beiden anderen unmittelbar combinirt erscheinen. Ist die eine Zwillingsebene die Fläche irgend eines Tetraëders, so kann die zweite Zwillingsebene eine Fläche desselben Tetraëders sein, oder es kann eine Fläche von der Gegenform sein. Bei der ersten Voraussetzung ist nur ein Fall möglich, und bei reinen Tetraëdern würden die Drillinge aus drei Tetraëdern bestehen, denen eine Kante gemeinsam ist. Bei der Wiederholung dieser Bildung an den seitlichen Individuen können nur fünf Tetraëder um eine Axe liegen, denn mehr als fünf Kanten von 70° 32′ können nicht um eine Gerade gelegt werden. Diese Bildung ist sehr schön bei der Blende und beim Golde*) gefunden worden; Sadebeck nennt dieselbe »tetraëdrische Wiederholung«.

Bei der Voraussetzung, dass die Zwillingsebenen verschiedenen Tetraëdern angehören, sind zwei Möglichkeiten vorhanden: entweder liegen die Flächen benachbart an einer Oktaëderkante, oder sie liegen einander parallel gegenüber. Im ersteren Falle liegen die Individuen um eine gemeinsame Oktaëderkante als Axe, und es können nur drei Individuen so angeordnet sein, da der Kantenwinkel 109° 28′ misst. Diese Art der wiederholten Zwillingsbildung nennt Sadebeck »oktaëdrisch«. Im zweiten

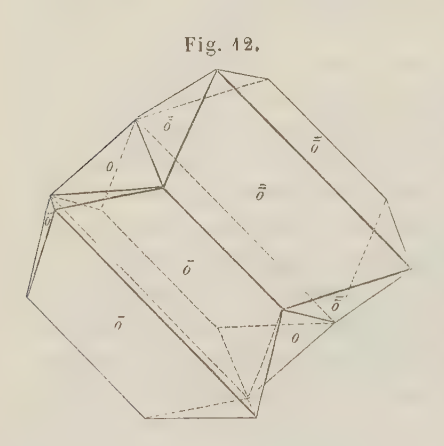
*) G. Rose, Poggendorff's Annalen **23**, Taf. I, Fig. 12.

Falle können unendlich viele Individuen combinirt sein, und die Anordnung ist eine reihenförmige.

Ich habe beim Bleisalpeter nur den letzten Fall beobachtet. Ein grosser Krystall, welcher in Harnlösung sich gebildet hatte, besteht aus drei Individuen, deren mittleres kaum noch einen Millimeter dick ist, so dass es als Zwillingslamelle ausgebildet ist. Eine zweite Gruppe von reihenförmiger Wiederholung besteht aus sechs Individuen. Die Gruppe erscheint als Zwilling von dessen Individuen eines etwas flacher ist. Das stärker entwickelte Individuum wird aber von zwei Lamellen, welche der Zwillingsebene parallel sind, durchsetzt. Diese Gruppe war in der Lösung zur Bildung gekommen, in welcher sich die in Fig. 3 dargestellten Krystalle ausgeschieden hatten.

B a r y t s a l p e t e r. Hier sind Zwillinge, besonders von oktaëdrischem Material, noch weit häufiger als beim Bleisalpeter, und verhalten sich dieselben in ihrer Ausbildung ganz ebenso, nur zeigen sie meist eine Verzerrung nach einer der rhombischen Axen, welche in der Zwillingsebene liegen. Auch Drillinge habe ich beobachtet und zwar nach tetraëdrischer und reihenförmiger Wiederholung der Zwillingsbildung. Einen Krystall der ersteren Art zeigt beistehende Fig. 12. Er besteht aus drei klaren Oktaëdern, welche verzerrt sind nach derjenigen rhombischen Axe oder Tetraëderkante, welche den drei Individuen gemeinsam ist. Bei Drillingen nach reihenförmiger Wiederholung war stets das mittlere Individuum sehr flach als Zwillingslamelle entwickelt, so dass es nur als feine Linie zu verfolgen war. Meist liess sich die Lamelle nur an einigen Flächen des Hauptindividuums verfolgen, indem sie zum Theil von letzterem überwachsen war.

Fig. 12.



Zwei Vierlinge habe ich gefunden in zwei verschiedenen Lösungen, aber ganz in derselben Ausbildung. Fig. 17, Taf. V stellt einen von diesen dar. Die Lage der einzelnen Individuen ist durchaus diejenige, welche für Spinell von Herrn S t r ü v e r in dieser Zeitschrift beschrieben und abgebildet. Besonders interessant ist dieser Vierling, weil er alle drei Arten von Wiederholung der Zwillingsbildung zeigt. Bezeichnen wir die Individuen, deren Flächen in unserer Figur mit den Indices 1, 2, 3, 4 bezeichnet sind, als I, II, III, IV. Die Individuen I, II, III sind reihenförmig angeordnet. Combinirt man dagegen II, III, IV, so erhält man einen Drilling nach

oktaëdrischer Wiederholung, bei I, II und IV ist die Zwillingsbildung »tetraëdrisch« wiederholt. Diese Combination zeigt sehr deutlich, dass die verschiedenen Wiederholungsweisen nicht wesentlich verschieden sind, wenn gleich der äussere Habitus der Verwachsungen, welche im einen oder anderen Falle entstehen, sehr abweicht.

Neben diesen oktaëdrischen Formen finden sich auch würfelförmige Zwillinge in der Gestalt dreiseitiger Doppelpyramiden. Nicht selten trifft man rein hexaëdrische ohne einspringende Winkel, wie sie sich am Diamant so schön finden. Meist treten noch untergeordnet die Tetraëder auf, natürlich auch wieder symmetrisch, etwa in der Ausbildung, wie es Fig. 18, Taf. V zeigt.

An ähnlichen Zwillingen traten aber besonders häufig und einzeln oft stark entwickelt die Tetartoëderflächen und deren beschriebene Grenzformen gegen die Pyritoëder und Trigondodekaëder hin auf, und es ermöglichten diese Flächen mir, die Scacchi'sche Angabe von Zwillingen nach Flächen beider Tetraëder zu bestätigen. Am leichtesten sind beide Arten von Zwillingen zu erkennen, wenn die vicinalen Flächen des Pyritoëders auftreten.

Ein Blick auf Fig. 7, S. 134 lehrt, dass diese Flächen sich gegen das positive Tetraëder hin verbreitern. Ist also eine negative Tetraëderfläche die Zwillingsebene, so liegen zwei Flächen vom positiven Tetraëder parallel, und die Tetartoëderflächen, welche an den Würfelkanten liegen, werden gegen die Zwillingsebene hin schmäler, wie Fig. 19, Taf. V zeigt. Gehört dagegen die Zwillingsebene dem negativen Tetraëder an, so verbreitern sich die Tetartoëderflächen gegen jene hin (Fig. 20, Taf. V). Die Lage dieser Flächen zu den Würfelkanten ist bei beiden Formen verschieden. Stellt man nämlich die Zwillinge so, dass die Zwillingsebene horizontal liegt, so befinden sich die Tetartoëderflächen im ersten Falle links oben und rechts unten auf den Würfelflächen, im zweiten (Fig. 20) dagegen rechts oben und links unten (vorausgesetzt, dass eine Kante $h:h$ dem Beobachter zugekehrt ist).

Strontiansalpeter. Hier kommen gleichfalls Zwillinge mit entgegengesetzt gerichteten trigonalen Axen vor. Diese Formen unterscheiden sich aber von den bisher besprochenen Zwillingen dadurch, dass die Begrenzungsfläche der beiden Individuen oft nicht mehr eine Ebene ist. Die Zwillinge bilden meist Uebergänge zwischen Juxtapositions- und Penetrationszwillingen, indem die einzelnen Individuen über einander übergreifen, so dass häufig kleinere in grössere eingelagert erscheinen. Zwillinge von cubooktaëdrischem Material sind am häufigsten. Doch bei Abkühlungsversuchen finden sich auch oktaëdrische, und diese waren bei einzelnen Versuchen fast ebenso zahlreich, als die einfachen Individuen und stets stark abgeplattet. Anfangs haben die Zwillinge eine einfache Begrenzungsfläche;

aber sowie die Krystalle eine gewisse Grösse erreicht haben, bilden sich die einzelnen Individuen verschieden aus.

Tritt dann noch eine Verzerrung hinzu, so sehen die Bildungen noch verwickelter aus. Fig. 21, Taf. V stellt einen Zwilling dar, an dem das vorwiegende Individuum nach der Richtung einer rhombischen Axe verzerrt ist. Diese Verzerrung erstreckt sich aber nicht über das ganze Individuum, sondern es erscheint nur ein Theil desselben verzerrt. Die Verzerrung erscheint als eine Lamelle, welche sich über das Hauptindividuum hinaus erstreckt, und an dieselbe lehnt sich ein zweites Individuum in Zwillingsstellung an.

Auch Drillinge habe ich von Strontiansalpeter in meiner Sammlung, und zwar einen nach tetraëdrischer, einen nach oktaëdrischer Wiederholung der Zwillingsbildung. Der erstere ist in Fig. 22, Taf. V abgebildet. Vergleicht man diese Abbildung und Fig. 22 a, welche einen Durchschnitt des Drillings senkrecht zu einer Fläche vom Würfel darstellt, mit dem tetraëdrischen Drilling, der in Fig. 12, S. 152 abgebildet ist, so sind beide allerdings sehr verschieden gestaltet, aber diese Formverschiedenheit beruht nur auf einer Verschiebung der beiden Individuen, welche mit dem mittleren Individuum in Zwillingsstellung verbunden sind, und auf einer hieran anschliessenden Verzerrung des letzteren. Der Drilling wird am leichtesten zu verstehen sein, wenn man auf den eben beschriebenen Zwilling zurückgeht. Wiederholt sich die Zwillingsbildung, die dort nur nach der vorderen linken oberen Oktaëderfläche stattfindet, auch in ähnlicher Weise nach der rechten hinteren oberen Oktaëderfläche, so ist jedenfalls die Wiederholung eine tetraëdrische, denn die genannten Zwillingsebenen gehören demselben Tetraëder an. Es entsteht auf diese Weise zwischen den beiden untergeordneten Individuen ein Sattel, gebildet seitwärts von den beiden Zwillingslamellen und in der Mitte von der Würfelfläche des mittleren Individuums. Dieser Sattel ist bei dem abgebildeten Drilling deutlich entwickelt, aber derselbe erstreckt sich nicht über die ganze Gruppe hin, sondern nach hinten hin ist das mittlere Individuum stärker entwickelt, so dass die Flächen *o*, und *h* sich wiederholen, und die Zwillingslamellen nur nach vorn auftreten. Rechts in der Figur sind die besprochenen Verhältnisse gewahrt, links aber ist die Zwillingslamelle stärker entwickelt, so dass die Lamelle des mittleren Individuums zurücktritt und nur nach hinten hin als eine schmale Leiste hervorragt. Als die Gruppe noch sehr klein war, waren beiderseits gleiche Verhältnisse innegehalten, aber beim weiteren Wachsthum entwickelten sich die Individuen ungleich.

Aehnlich wie bei dem eben beschriebenen Drilling, wo durch Verschiebung der Individuen, Verzerrungen und Ueberwachsungen der Habitus der Combination sehr verändert erscheint, verhält es sich auch mit dem

Drilling nach der oktaëdrischen Wiederholung der Zwillingsbildung, welchen Fig. 23, Taf. V darstellt. Gleichmässig und allseitig ausgebildet würde derselbe ein Cubooktaëder darstellen, welches von zwei Zwillingslamellen nach der Richtung der beiden oberen vorderen Oktaëderflächen durchsetzt wird, aber der Theil des Cubooktaëders, welcher über der Zwillingslamelle II nach der Oktaëderfläche links vorn liegen würde, ist weggefallen, bis auf den kleinen pyramidenförmigen Aufbau, der über II hervorragt, und diese Lamelle gewissermassen durchbrochen hat. Die Hauptmasse des mittleren Individuums erscheint also als eine Hälfte eines Cubooktaëders, auf welche ein zweites Individuum von der Gestalt einer dünnen Platte in Zwillingsstellung aufgelegt ist. Die erwähnte Hervorragung über die Lamelle II, so wie das Uebrige des mittleren Individuums ist von einer zweiten Lamelle parallel der vorderen rechten oberen Oktaëderfläche durchsetzt. Diese Lamelle tritt noch nach rechts über die Würfelfläche *h*, welche das mittlere Individuum abschliesst, hinaus, und es lehnt sich an diese erweiterte Lamelle noch ein Zipfel an, der dem Hauptindividuum angehört.

Ueberblicken wir diese Reihe der Verwachsungen bei den salpetersauren Salzen und vergleichen sie mit den ähnlichen Gebilden des regulären Systems, welche bisher als Zwillinge oder Drillinge beschrieben sind, so finden wir allerdings, dass in Bezug auf Symmetrieverhältnisse beide keine Analogien zeigen, aber im Uebrigen zeigen sie alle gleiche Eigenschaften. Der in Fig. 11, S. 148 dargestellte Zwilling entspricht den bei der Blende beschriebenen Penetrationszwillingen. Die übrigen Zwillinge verhalten sich so wie die Hemitropien des regulären Systems. Besonders aber tritt in der Art und Weise, wie Zwillingsbildung bei Drillingen und Vierlingen wiederholt ist, hervor, dass diese Gebilde in die Reihe der Zwillinge gehören, denn sie zeigen alle drei Wiederholungsarten, welche bei holoëdrischen oder hemiëdrischen Krystallisationen möglich sind.

Aus dem Allen dürfte also hervorgehen, dass die Verwachsungen bei den beschriebenen Nitraten als Zwillinge aufzufassen sind, oder dass man sonst auch allen sogenannten Zwillingen des regulären Systems diesen Namen streitig machen muss.

Wenn ich in der vorliegenden Arbeit einige Beiträge zur Kenntniss der Formen der Nitrate der Bleigruppe habe niederlegen können, so glaube ich, dass ich dieses Resultat wesentlich einigen kleinen Abänderungen der allgemein üblichen Krystallisationsmethoden zu verdanken habe. Es dürfte desshalb für den Leser dieser Arbeit nicht ohne Interesse sein, hierauf näher einzugehen.

Vor Allem sind es zwei Uebelstände, die ich zu beseitigen suchte; erstens die Verunstaltung der Individuen durch die Auflagerung am Boden

und zweitens das Herabfallen von kleinen Krystallen von der Oberfläche auf schon gebildete grössere. Beides suchte ich dadurch zu umgehen, dass ich Glaswolle oder auch Werg in die Krystallisationsgefässe brachte. Auf den Boden legte ich stets von diesen Substanzen, und ich bewirkte dadurch, dass sich meist die Krystalle nicht allein am Boden, sondern auch theilweise an die Fäserchen setzten und auf diese Weise sich frei ausbilden konnten. Hierdurch war also der Auflagerung am Boden abgeholfen, zugleich aber auch noch dem Herabfallen von kleinen Krystallen, die sich zuweilen an der Oberfläche bilden, denn diese kleinen Individuen bleiben meist in den oberen Theilen des Wergs hängen. Ausserdem hatte ich so noch einen wesentlichen Vortheil für die Erzielung neuer Formen. Die Krystalle, welche sich in das Werg setzen, werden sich meist nicht in derselben Höhe absetzen, und so befinden sich die einzelnen Krystalle in verschieden hohen Schichten der Lösung. Im Verlaufe der Arbeit habe ich schon darauf aufmerksam gemacht, dass die einzelnen Schichten verschiedene Krystallisationsbedingungen darbieten, und dass sich demnach in verschiedenen Schichten auch die Formen verschieden stark ausbilden können. So befinden sich also die Krystalle einer einzelnen Lösung unter verschiedenen Bedingungen, und derselbe Versuch zeigt so Verschiedenheiten in der Entwicklung der Formen, die bei Versuchen, wo sich alle Individuen am Boden ablagern, also unter gleichen Bedingungen, sich nur dann gezeigt hätten, wenn mehrere Lösungen dieser Art unter verschiedenen äusseren Verhältnissen verdunstet wären. Aehnliche Erscheinungen zeigen sich bei Krystallen, die sich in Drusenräumen absetzen, indem mit der Höhe, in der die Individuen zur Ausscheidung kommen, sich oft die Form derselben ändert. Dieser Unterschied trat dann besonders auffallend hervor, wenn die Hauptmasse einer Krystallisation sich als eine Bodenkruste abgesetzt hatte, und nur einzelne Individuen sich im Werg befanden. Diese letzteren zeigten oft andere Formen als die Bodenkruste, und wenn ich im Verlaufe der Arbeit mehrmals angegeben habe, dass sich Flächen an einzelnen Individuen zeigten, so handelt es sich fast immer um solche isolirte Krystalle.

Zuweilen genügten diese Vorsichtsmaassregeln noch nicht, um die Individuen zu verhindern, sich vorwiegend am Boden abzulagern. Dann habe ich die Gläser auf einer warmen Unterlage so lange stehen lassen, bis sich in der Glaswolle Krystalle abgesetzt hatten.

Wenn die Salze wenig Differenzen in der Löslichkeit bei verschiedenen Temperaturen zeigen, so kommen die Krystalle vorwiegend an der Oberfläche zur Ausbildung, und man thut dann gut, von oben her Fasern hineinzuhängen, an welche sich die oben schwimmenden Krystalle ansetzen, so dass nur wenig Individuen herunterfallen, und jene sich einzeln frei an den Fasern ausbilden können. Diese Manipulation ist auch für Ver-

dunstungsversuche bei höherer Temperatur nöthig, und ich habe auf diese Art besonders beim Alaun oft in wenigen Stunden gute Krystalle erzielt.

Welche von den beiden Substanzen, Werg oder Glaswolle, man anwenden will, hängt von den Umständen ab. Die Glaswolle hat den Vortheil, dass man an den herausgenommenen Krystallen die Fäserchen nicht sieht, und dass die Versuche selbst besser aussehen. Auch bilden sich in den Lösungen mit Glaswolle nicht so leicht Pilze als in solchen mit Wergzusatz. Doch vermeidet man dies, wenn man das Werg vorher in kochendes Wasser bringt. Die letztere Substanz hat überhaupt mancherlei Vorzüge vor der Glaswolle; sie hat eine rauhe Oberfläche und desshalb scheiden sich die Krystalle auch leichter an demselben als an der Glaswolle ab. Der Hauptvortheil des Wergzusatzes besteht jedoch darin, dass man dasselbe leicht mit den anhängenden Krystallen herausnehmen, und wieder in eine Lösung hineinlegen kann. Wenn man dieses mit einer Partie Glaswolle versucht, so zerbricht ein grosser Theil der Glasfäserchen, und die wieder hineingelegte Glaswolle ist nicht mehr so locker wie vorher, sondern flachgedrückt. Es ist aber sehr nöthig, die Krystalle häufig herauszunehmen, erstens schon um die Krystallisationen häufig zu durchsuchen, dann aber auch, um gute Krystalle gegen rasche Temperaturschwankungen zu sichern. Legt man später das Werg mit den Krystallen wieder in die Lösung zurück, so ist dasselbe noch elastisch und lässt sich leicht zu einer lockeren Masse auseinanderziehen.

Für meine Diffusionsversuche habe ich als Analysatoren Bechergläser benutzt, deren Boden abgesprengt war, und die mit zwei Schichten von Pergamentpapier verbunden waren. Auch bei den Diffusionsversuchen habe ich stets noch Werg angewandt.

Die Resultate der vorliegenden Arbeit können folgendermaassen zusammengefasst werden:

1) Durch die auftretenden Flächen sind die Nitrate des Bleis, Baryums und Strontiums als tetartoëdrische charakterisirt.

2) Von den Formen, welche in der Tetartoëdrie möglich sind, nämlich $\frac{O}{2}$, $\frac{mO}{2}$, $\frac{mOm}{2}$, $\left[\frac{\infty On}{2}\right]$, $\frac{mOn}{4}$, ∞O, $\infty O \infty$ ist nur die Form ∞O nicht beobachtet worden.

3) Das Bleisalz zeigt Formen vom Zeichen $\frac{O}{2}$, $\frac{mOm}{2}$, $\left[\frac{\infty On}{2}\right]$, $\frac{mOn}{4}$;
das Barytsalz Formen vom Zeichen $\frac{O}{2}$, $\left[\frac{\infty On}{2}\right]$, $\frac{mOm}{2}$, $\frac{mOn}{4}$, ∞O, $\infty O \infty$;
das Strontiansalz vom Zeichen $\frac{O}{2}$, $\left[\frac{\infty On}{2}\right]$, $\infty O \infty$.

4) Das Pyritoëder, welches bei allen dreien auftritt, hat stets dieselbe Stellung, und zu ihm haben die Tetraëder eine gleiche Lage.

5) Die Grössendifferenz ist für die Unterscheidung der beiden Tetraëder nicht maassgebend, und sowohl beim Bleisalze als beim Barytsalze treten sowohl das eine als das andere vorwiegend auf. Als positives Tetraëder sind desswegen diejenigen zu bezeichnen, an denen die meisten Nebenformen auftreten.

6) Die positiven Tetraëder zeichnen sich dadurch aus, dass an ihnen die Tetartoëderflächen auftreten.

7) Beim Barytsalpeter haben wir zwei Modificationen zu unterscheiden, je nachdem die Tetartoëder rechte oder linke sind.

8) Beim Bleisalpeter war das Tetartoëder stets ein rechtes.

9) Am positiven Tetraëder treten am Barytsalpeter neben dem rechten Tetartoëder keine Formen auf, neben dem linken Tetartoëder $+\frac{2O2}{2}\varkappa(112)$, $+\frac{\frac{8}{3}O\frac{8}{3}}{2}\varkappa(338)$, $+\frac{3O3}{2}\varkappa(113)$, am Bleisalpeter nur $+\frac{\frac{8}{3}O\frac{8}{3}}{2}\varkappa(338)$. Am negativen Tetraëder treten am Barytnitrat mit rechten Tetartoëdern keine Formen, mit dem linken Tetartoëder $-\frac{2O}{2}\varkappa(1\bar{2}2)$ und $-\frac{5O5}{2}\varkappa(1\bar{1}5)$ zusammen auf.

10) Neben dem gewöhnlich auftretenden Pyritoëder $-\left[\frac{\infty O2}{2}\right]\pi(201)$, findet sich beim Barytsalpeter noch die Gegenform desselben $+\left[\frac{\infty O2}{2}\right]$ $\pi(102)$.

11) Die Tetartoëder des Bleisalpeters und diejenigen des Barytsalpeters, bei welchem dieselben rechte sind, ergeben als Grenzform ein negatives Pyritoëder, diejenige des Barytsalpeters, bei welchem es linke sind, dagegen ein positives.

12) Bei schnellem Wachsthum tritt vorwiegend das Oktaëder auf. Die anderen Formen so wie auch die tetraëdrische Entwicklung des Oktaëders treten nur bei verminderter Wachsthumsgeschwindigkeit auf. Diese Bildung wird auch durch den Zusatz von Verunreinigungen begünstigt.

13) Die Aetzfiguren, sowohl auf den Würfel- als Tetraëderflächen, lassen sich nur auf tetartoëdrische Formen zurückführen.

14) Auch für Strontiansalpeter wird durch sie die Existenz eines Tetartoëders, und zwar eines rechts gedrehten, welches am negativen Pyritoëder liegt, wahrscheinlich gemacht.

15) Die Aetzfiguren auf den Flächen beider Tetraëder sind verschieden.

16) Die Aetzfiguren auf den Tetraëdern gleichen Zeichens sind bei Barytsalpeter verschieden, je nachdem die Krystalle rechte oder linke Tetartoëder ausgebildet haben oder ausbilden können.

17) Die Aetzfiguren des Bleisalpeters verhalten sich so wie diejenigen des Barytsalzes mit gleichen Tetartoëdern.

18) Die Aetzfiguren der Würfelflächen sind beim Barytsalpeter und Bleisalpeter auf das Tetartoëder und seine Grenzform $m = \infty$ zurückzuführen.

19) Die optische Untersuchung ergab, dass die beschriebenen Salze weder als Krystalle noch in Lösungen die Polarisationsebene des Lichtes drehen.

Es giebt demnach Substanzen des regulären Systems, bei denen eine wohlausgeprägte Enantiomorphie auftritt, ohne dass sich Circularpolarisation nachweisen lässt, wie es nach den bisher gültigen Ansichten sein müsste.

20) Die Nitrate des Bleis und Strontiums zeigen wesentliche Verzerrungen nach den rhombischen Zwischenaxen, der Barytsalpeter nach den trigonalen.

21) Durch schnelle Abkühlung erhält man vom Barytsalpeter oktaëdrische Wachsthumsformen.

22) Die drei Nitrate krystallisiren bei schnellem Wachsthum opak, bei langsamem klar.

23) Diese Opacität ist auf innere Hohlräume zurückzuführen, die sich in den Krystallen finden.

24) An den Verwachsungen der Krystallindividuen der drei Nitrate existirt keine Ebene, zu der die Flächen der beiden Individuen symmetrisch liegen, sonst aber zeigen diese Gebilde so viel Uebereinstimmung mit den Zwillingen des regulären Systems, dass man sie als Gebilde auffassen muss, die diesen analog sind, und denen man den Namen Zwillinge geben muss.

25) Bei allen beobachteten Zwillingen war eine trigonale Zwischenaxe beiden Individuen gemeinsam, und zwar theils gleich gerichtet, theils entgegengesetzt gerichtet.

26) Bei paralleler Stellung der trigonalen Axen sind die pentagonalen Formen symmetrisch, die tetraëdrischen unsymmetrisch zu der Ebene der Oktaëderfläche, welche beiden Individuen gemeinsam ist.

27) Bei entgegengesetzt gerichteten trigonalen Axen sind dagegen die tetraëdrischen Formen symmetrisch, die pentagonalen unsymmetrisch vertheilt gegen die besagte Ebene als Symmetrieebene.

28) Die Tetartoëderflächen können nie symmetrisch zu irgend einer Ebene liegen.

29) Es kommen sowohl Penetrations- und Juxtapositionszwillinge als auch Uebergangsformen zwischen beiden Arten vor.

30) Wenn sich die Zwillingsbildung bei Drillingen oder Vierlingen wiederholt, so ist diese Wiederholung entweder der Art, dass eine trigonale Axe allen Individuen gemeinsam ist (reihenförmige Anordnung), oder es haben nur immer je zwei Individuen eine trigonale Axe gemeinsam, und

in letzterem Falle ist die Wiederholung entweder eine »tetraëdrische« oder »oktaëdrische«. Es sind demnach alle drei möglichen Fälle von Drillingsbildung realisirt.

Diese Arbeit wurde im Verlaufe des Herbstes 1878 und Frühjahres 1879 im mineralogischen Laboratorium des Polytechnikum ausgeführt. Ich erfülle eine angenehme Pflicht, indem ich den Vorstehern der hiesigen mineralogischen und physikalischen Laboratorien, den Herren Professor Knop und Professor Sohncke, meinen Dank für die Unterstützung ausspreche, welche meinen Untersuchungen von ihrer Seite zu Theil geworden ist.

Erklärung der Tafeln IV und V.

Bei allen Figuren mit Ausnahme von Fig. 2 und 3, bezeichnet h die Flächen von $\infty O \infty = (001)$; o diejenigen von $+\frac{O}{2} = \varkappa\pi(111)$; i von $+\frac{2O2}{2} = \varkappa\pi(112)$, d von $-\frac{2O}{2} = \varkappa\pi(1\bar{2}2)$, p von $-\frac{\infty O 2}{2}(012)$, ϱ von $+\frac{mOn}{4}\, r = \varkappa\pi(hkl)$, λ von $+\frac{mOn}{4}\, l = \varkappa\pi(khl)$.

Tafel IV.

Figur 1. Pentagondodekaëder (nach Marbach). R = rechte Ecken, L = linke Ecken (S. 123).

Figur 2. Barytsalpeter (nach Scacchi). Projection auf eine Fläche des Würfels. $A = \infty O \infty(001)$, $n' = +\frac{O}{2}(111)$, $n = -\frac{O}{2}(1\bar{1}1)$; $e = -\frac{\infty O 2}{2}(012)$; $p = -\frac{4O2}{2}\, l\, (1\bar{2}4)$ (S. 124).

Figur 3. Alaun. $o = O(111)$, $h = \infty O \infty(001)$; $d = \infty O(011)$, $i = 2O2(112)$ (S. 126).

Figur 4. Bleisalpeter. Klares Individuum mit vier matten Sectoren, welche sich von dem Mittelpunkte nach den Flächen von $-\frac{O}{2}$ erstrecken (S. 127).

Figur 5. Bleisalpeter. Fläche von $+\frac{O}{2}$, mit welcher ein Krystall auf dem Boden lag. Die am Rande stehenden Buchstaben bezeichnen die anstossenden Flächen, welche nicht mit gezeichnet wurden (S. 128).

Figur 6. Bleisalpeter. Dasselbe für eine Fläche von $-\frac{O}{2}$ (S. 128).

Figur 7. Bleisalpeter. Ein klarer Krystall, der sich rasch vergrösserte (S. 128).

Figur 8. Bleisalpeter. Auf Zusatz von Zinknitrat (S. 131).

Figur 9. Strontiansalpeter. Auf Zusatz von Chlorcalcium (S. 139).

Figur 10. Schema der Lage der Aetzfiguren für die Flächen eines Cubooktaëders von Bleisalpeter und Barytsalpeter (mit rechtem Tetartoëder) (S. 144).

Figur 11. Schema desselben für Barytsalpeter (mit linken Tetartoëdern) (S. 144).

Figur 12. Oktaëder mit Streifen in den Ebenen der Hauptschnitte (I, II, III) (S. 146).

Tafel V.

Figur 13. Barytsalpeter. Verwachsung zweier Trigondodekaëder $+\frac{2O2}{2}$. Zwillingsebene eine Fläche von $+\frac{O}{2}$ (S. 149).

Figur 14. Barytsalpeter. Zwillingsebene eine Fläche von $-\frac{O}{2}$ (S. 149).

Figur 15. Barytsalpeter. Schematischer Zwilling, das untere Individuum in Normalstellung, das obere um 180° gedreht (S. 150).

Figur 16. Bleisalpeter. Unsymmetrischer Zwilling (S. 151).

Figur 17. Barytsalpeter. Vierling (S. 152).

Figur 18. Barytsalpeter. Zwilling (S. 153).

Figur 19. Barytsalpeter. Zwilling. Zwillingsebene eine Fläche von $-\frac{O}{2}$ (S. 153).

Figur 20. Barytsalpeter. Zwillingsebene eine Fläche von $+\frac{O}{2}$ (S. 153).

Figur 21. Strontiansalpeter. Zwilling (S. 154).

Figur 22. Strontiansalpeter. Drilling nach tetraëdrischer Wiederholung (S. 154).

Figur 22a. Querschnitt durch letzteren Drilling (senkrecht zu einer Würfelfläche) (S. 154).

Figur 23. Strontiansalpeter. Drilling nach oktaëdrischer Wiederholung (S. 155).

XI. Mineralogische Notizen.

Von

A. v. Lasaulx in Breslau.

(Mit Taf. VI.)

1. Titanomorphit, ein neues Kalktitanat.

In den Gneissen, welche den Rücken der hohen Eule bilden, treten zahlreiche Hornblendegesteine, meist Schiefer, stets in conformer Stellung mit den Schichten des Gneisses auf. Es sind in der Regel durch das Vorwalten der Hornblende dunkelgrün gefärbte Gesteine, viele so granatreich, dass man sie als Granatamphibolite bezeichnen kann. Die Strasse von Reichenbach nach Neurode führt oberhalb der Colonie Tannhausen, gerade dort, wo der steilere Anstieg beginnt, und dem sogenannten Sauerbrunnen von Lampersdorf unmittelbar gegenüber, durch eine solche Einlagerung eines Amphibolgesteines, in welchem zur Strassenbeschüttung ein Steinbruch eröffnet wurde. In diesem Gesteine fanden sich nussgrosse Körner von Rutil, das erste Vorkommen dieses Minerals in anstehendem Gesteine in Schlesien *). Schon vor längerer Zeit war ein Handstück dieses ausgezeichneten Vorkommens durch Herrn Obersteiger Völkel, der mit unermüdlichem Fleisse diese Gegend durchforscht, an das mineralogische Museum unserer Universität gelangt. Das rundliche, aus mehreren innig verwachsenen Körnern gebildete Aggregat von Rutil, dessen Durchmesser etwa $^1/_2$ Zoll beträgt, ist von einer weissen, schwach grünlichen Zone umhüllt, die nach Innen eine feinfasrige Beschaffenheit zeigt, die Fasern radial und normal zur äusseren Umgrenzung stehend, nach aussen allmälig in eine körnige Struktur übergeht (Fig. 1).

Ein Besuch der Lokalität, den ich im Mai d. J. in Begleitung des Herrn Völkel ausführte, überzeugte mich, dass das Vorkommen des Rutil und des ihn umhüllenden Produktes keineswegs vereinzelt sei, sondern dass

*) Rutil findet sich nach Websky im Bachsande von Goldberg.

beide in dem Amphibolgesteine ausserordentlich verbreitet und in Körnern verschiedener Grösse bis zu mikroskopischer Kleinheit abwärts sich finden. Alle Rutilkörner zeigen sich in ganz gleicher Weise mit der weisslichen Zone umgeben, die an dem ersten Stücke meine Aufmerksamkeit erregt hatte. Der Rutil zeigt äusserlich nicht immer seine charakteristische braunrothe Farbe, oft erscheint er äusserlich ganz schwarz, vollkommen wie Titaneisen, und erst beim Zerschlagen oder Schleifen tritt ein ockergelber Kern im Innern hervor. Diese Körner gehören der als Nigrin bezeichneten Varietät des Rutil an. Die mikroskopische Untersuchung ergiebt, dass dieselben, wie dieses schon Rammelsberg auf Grund analytischer Resultate richtig aussprach, immer nur ein Gemenge von Titaneisen mit Rutil sind. Das Titaneisen bildet in der Regel eine vollkommene, verschieden starke Hülle um den aus einzelnen Körnern bestehenden Kern, deren Grenze nach Innen immer einen ganz unregelmässigen Verlauf nimmt (Fig. 1 und 2). Dass jedoch die Hülle von Titaneisen zu dem Kerne in bestimmter krystallographischer Beziehung steht, zeigt sich darin, dass im reflectirten Lichte der Glanz des Titaneisens über den einzelnen Rutilkörnern deutlich eine andere Orientirung zeigt. Die in den Rutildünnschliffen bekannten leistenförmigen Einlagerungen finden sich auch hier und gestatten in den Aggregaten die Zwillingsstellung der einzelnen Körner nachzuweisen. An der Zwillingsgrenze, z. B. in Fig. 1 bei *a*, stossen dann jedesmal auch bezüglich ihrer Reflexe entgegengesetzt orientirte Theile der Titaneisenhülle aneinander. In unregelmässigen Schnüren und langen Leisten durchzieht das Titaneisen auch das Innere der Rutilkörner. Es kommen aber auch Körner vor, in denen kein Rutilkern gefunden wird, die also ganz aus Titaneisen bestehen. Alle aber sind gleichmässig mit dem weissen Produkte umhüllt. Die Quantitätsverhältnisse dieses letzteren zu jenen sind sehr verschieden. Oft ist um den Rutilkern nur eine ganz schmale Zone, wie ein den Umrissen jenes parallel verlaufender Saum vorhanden, in anderen Fällen ist im Innern grösserer Aggregate der weissen Substanz nur noch ein kleiner schwarzer oder brauner Kern wahrzunehmen (Fig. 3), in manchen Fällen fehlt er ganz. Aber die Struktur des weissen Produktes ist auch dann eine centrisch-radiale. Die äussere Form desselben ist immer abhängig von der Gestalt des Rutilkernes, kuglig, ellipsoidisch oder flach, langgestreckt, leistenförmig (Fig. 3). Zerbrochene Knollen von Rutil zeigen auch im Innern längs der Bruchgrenze hin die weisse Substanz. Gerade an solchen Stellen spricht es sich am unverkennbarsten aus, dass man diese als ein Umwandlungsprodukt des Rutils und des Titaneisens ansehen muss. Die Grenze zwischen dem Kerne und der weissen Hülle ist immer sehr scharf (Fig. 1 und 2). Je mehr man die Erscheinung dieses weissen Produktes abwärts bis zu den Körnchen von mikroskopischer Kleinheit in Dünnschliffen verfolgt, um so mehr überzeugt man sich, dass es identisch ist mit

dem Produkte, welches das Mikroskop in so weiter Verbreitung in den Gesteinen als charakteristischen Begleiter des Titaneisens nachgewiesen.

Nun erkennt man auch die in ziemlicher Verbreitung in den meisten Amphibolgesteinen dieser Gegend, so z. B. besonders in solchen von Weistritz, Steinseifersdorf u. a. O. vorkommenden Aggregate von grünlichweisser Farbe, fasriger oder körniger Beschaffenheit alle als diesem Produkte angehörig, auch wenn sie keine Spur von Rutil oder Titaneisen mehr erkennen lassen. Kalkowski scheint in seiner Arbeit über die Gneissformation des Eulengebirges*) alle diese Aggregate für Olivin gehalten zu haben, womit freilich weder die optischen noch die chemischen Verhältnisse derselben irgendwie übereinstimmen. Seine Zirkonkörner im Olivin sind eben nichts Anderes als von dem Zersetzungsprodukte umgebene Reste von Rutil. Eine Löthrohrprobe an den überall makroskopisch sichtbaren und isolirbaren Körnern würde ihm sofort die unverkennbare Titanoxydreaktion ergeben haben. Freilich hätte vor der Bestimmung dieser Aggregate als Olivin schon ihre blosse äussere Erscheinung warnen müssen**). Das in so ausserordentlich weiter Verbreitung in vielen Gesteinen beobachtete Zersetzungsprodukt des Titaneisens hat bekanntlich sehr verschiedene Deutung bezüglich seiner chemischen Zusammensetzung gefunden. Nur darin stimmten so ziemlich alle Forscher überein, dass die Umwandlung im Wesentlichen zunächst das Freiwerden der Titansäure zur Folge habe. So nahmen Cohen, Rosenbusch u. A. dieses Produkt lediglich als freie Titansäure an. Aber das stete Zusammenvorkommen mit Epidot, Kalkspath, besonders aber die auffallende Aehnlichkeit und der enge Zusammenhang mit Titanit in den Dioriten und Diabasen des Saarmoselgebietes***), in den Amphibolschiefern der Gebirgsgruppe des Rummelsberges†), den Amphiboliten der belgischen Ardennen und in ganz ausgezeichneter Weise in einem Augitsyenite von Bunesfjord bei Tromsoe in Norwegen††) hatten mich schon seit langem zu der Ueberzeugung geführt, dass dieses Umwandlungsprodukt ein Kalktitanat sei, wenngleich es mir damals noch nicht möglich war, den analytischen Nachweis für die Richtigkeit der von mir ausgesprochenen Ansicht zu liefern. Die Untersuchung

---

*) Leipzig 1878, Taf. I, S. 37 ff.

**) Nachdem diese Zeilen schon niedergeschrieben, erhielt ich die Mittheilung des Herr A. Sauer (Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1879, S. 569) worin dieser ebenfalls nachweist, dass Rutil mit diesem Zersetzungsprodukte, das mit dem des Titaneisens identisch ist, in vielen Amphiboliten verbreitet vorkommt. Er glaubt freilich, der grösseren Einfachheit wegen, es mit Cohen für reine Titansäure halten zu müssen (S. 575).

***) v. L. Verh. des naturhist. Ver. f. Rheinl. u. Westf. 1878.

†) E. Schumacher: »Die Gebirgsgruppe des Rummelsberges.« Zeitschrift der deutschen geol. Ges. 1878, 463.

††) Dieses und andere Gesteine wurden mir von Herrn K. Pettersen in Tromsoe zur Untersuchung übersandt.

des vorliegenden, in hinlänglicher Menge zur Analyse zu gewinnenden Produktes bestätigt vollkommen meine frühere Behauptung. Ich behalte daher für dieses Mineral den schon damals in Vorschlag gebrachten Namen »Titanomorphit« bei*).

Der Titanomorphit bildet fasrige, körnige Aggregate, deren Verhalten zu Rutil- oder Titaneisenkernen schon vorher erörtert wurde. Ganz besonders auffallend ist die Erscheinung, dass nach Innen die Faserung, nach Aussen dagegen die körnige Struktur immer vollkommener erscheint, wie dies Durchschnitte, die in Fig. 1 und 2 in natürlicher Grösse dargestellt sind, zeigen. Dieses Verhalten scheint für eine nach Aussen hin sich vollziehende vollkommnere Ausbildung, ein Wachsthum der einzelnen Körner zu sprechen. Aber auch die feinfaserigen Stellen zeigen bei stärkerer Vergrösserung, dass sie nur aus aneinandergereihten Körnchen bestehen. Auch in sehr dünnen Schliffen hat man immer noch mehrere Lagen dieser feinen Körnchen übereinander, daher das opake Aussehen und die optische Indifferenz dieser Stellen. Es zeigen sich schwache Spuren von Auslöschung unter gekreuzten Nicols, aber bei einer Totaldrehung des Objektes bleibt die Substanz doch fast unverändert hell. Anders verhalten sich aber die äusseren Stellen, wo die Körner zu grösserer Ausbildung gelangt sind. Hier nimmt man deutlich die bestimmten Auslöschungsrichtungen der einzelnen Querschnitte wahr. Diese Querschnitte besitzen aber fast gar keine bestimmte geradlinige Umgrenzung, und wo auch einmal eine solche vorhanden, fehlt dann der Anhalt zur Entwicklung bestimmter Krystallformen um so mehr, als keine der erkennbaren geraden Begrenzungslinien mit einer Auslöschungsrichtung zusammenzufallen scheint.

Dennoch konnte, von dem an einzelnen grösseren Körnern unter dem Mikroskope mit starker Objektivlinse im convergenten Lichte sichtbar werdenden Interferenzbilde ausgehend, die Krystallform des Titanomorphit mit einiger Sicherheit erkannt werden.

An vielen Querschnitten der Körner nimmt man wahr, dass das Mineral optisch zweiaxig ist. Man sieht den einen oder anderen der beiden schief austretenden Pole. Zwei bis drei Körner unter den vielen waren aber zufällig auch nahezu senkrecht zur optischen Mittellinie geschnitten, denn es zeigte sich das Bild der Lemniscaten und der beiden Pole fast genau in der Mitte des Gesichtsfeldes. Trotz der Dünne der Querschnitte ist das Interferenzbild ausserordentlich scharf und deutlich, ein Beweis für die starke Doppelbrechung der Substanz.

Bei einer Drehung der Axenebene um 45^0 gegen die Hauptschnitte der Nicols erkennt man auf den ersten Blick die auffallende Uebereinstimmung des Axenbildes mit dem, welches eine normal zur Bissectrix geschnittene

*) Jahresber. Schles. Gesellschaft 1877, 31. Januar, S. 45.

Titanitplatte zeigt. Eine ausserordentlich starke Dispersion der Axen ($\varrho > v$) lässt die Hyperbeln im Innern symmetrisch lebhaft roth, nach Aussen blau gesäumt erscheinen. Eine geneigte Dispersion ist nur unbestimmt wahrzunehmen. Durch Vergleichung mit einer Glimmerplatte von bekanntem Winkel der optischen Axen wurde der Winkel derselben hier approximativ zu

$$2E = 45—50^0$$

bestimmt. Optisch positiv.

Das Mineral stimmt hiernach mit dem Titanit bezüglich des optischen Verhaltens so überein, dass es wie dieser dem monoklinen Systeme angehören muss und dass die Ebene der optischen Axen als die Symmetrieebene gelten kann. Hiervon ausgehend deuten sich die wenigen sichtbaren polygonalen Querschnitte.

Einige zeigen eine spitz rhombische Gestalt wie in Fig. 4 *a*, *b* und *c*. Es wurden daran Winkel gemessen, die im Allgemeinen zwischen 43—47^0 schwanken. In diesen Querschnitten liegen die Auslöschungsrichtungen diagonal. Im convergenten Lichte zeigt sich ein mehr oder weniger schief austretender Axenpol, nach der einen oder anderen Seite geneigt, wie es in den Fig. 4 *a* und *b* angedeutet. Diese Schnitte liegen also in einer Zone, deren Axe normal steht zur Symmetrieebene oder in der Zone der Orthoaxe. Die verschiedene Neigung der Schnitte zur Bissectrix bedingt das mehr oder weniger schiefe Austreten der einen optischen Axe. Schnitte aus derselben Zone, gleichfalls von rhombischer Gestalt, aber die stumpfen Ecken des Rhombus abgestumpft, sind es, die dann auch das volle Axenbild zeigen und also fast normal zur Bissectrix stehen. Der Rhombenwinkel wurde zu 45^0 unter dem Mikroskope gemessen (Fig. 4, *c*). Nach den Winkeln und nach der optischen Orientirung würden diese Querschnitte auf dem Prisma des Titanites (l) oder auch der an diesem häufigen Hemipyramide $n = \frac{2}{3} \text{P\kern-0.5em/}2 (123)$ entsprechende Flächenpaare zurückzuführen sein (siehe die Winkel unten), an dem Querschnitte Fig. 4 *c* ausserdem noch das Orthopinakoid.

Nur an einem einzigen Querschnitte war eine grössere Zahl von Flächen zu beobachten. Er zeigt die Gestalt der Fig. 4 *d*. Ein Axenbild ist hier nicht wahrzunehmen, woraus zu schliessen, dass der Schnitt mehr oder weniger parallel geht der Axenebene, also der Symmetrieebene. Die eine Auslöschungsrichtung liegt in dem Querschnitte nahezu normal zu der mit x bezeichneten Fläche. Ein Vergleich der an diesem Querschnitte gemessenen Winkel mit den Winkeln der gewöhnlichen Combination am Titanit zeigt, dass die vorliegende Flächencombination fast genau mit dieser übereinstimmt, oder ihr wenigstens sehr nahe steht. Es würde die Combination sein:

$$l = \infty P(110);\ P = oP(001);\ x = \tfrac{1}{2} \text{P\kern-0.5em/}\infty(\bar{1}02);\ y = \text{P\kern-0.5em/}\infty(\bar{1}01).$$

Die entsprechenden Winkel sind am:

	Titanit:	Titanomorphit (gemessen):
P/x	$= 39^0\ 17'$	40^0
P/l	$= 85\ \ 45$	$86\frac{1}{2}^0$
x/y	$= 21\ \ \ 0$	$19—20^0$
y/l	$= 40\ \ 34$	$41\frac{1}{4}$
l/l	$= 46\ \ \ 8$	$45—47$
n/n	$= 43\ \ 48$	$43—45$

Am Titanit steht die Bissectrix fast genau senkrecht auf der Fläche x.

Im parallelen polarisirten Lichte erscheinen die Körner des Titanomorphit nur mit schwachen Polarisationsfarben, etwas gelblich gefärbte lassen einen ganz schwachen Pleochroismus wahrnehmen. Anzeichen einer Spaltbarkeit sind nicht zu sehen, vereinzelt auftretende gradlinige Risse bezüglich ihrer Lage nicht zu bestimmen.

Vor dem Löthrohr schmilzt die Substanz zu einem grauen Glase, mit Phosphorsalz giebt sie die Titanreaktion, wird durch Salzsäure nur theilweise, durch Schwefelsäure aber vollständig zersetzt.

Herr Dr. Bettendorff in Bonn hatte die Güte, eine Analyse des aus feinfasrigen und grobkörnigen Theilen ziemlich gleichmässig bestehenden Materiales auszuführen, genommen von dem Aggregate, dessen Querschnitt Fig. 1 darstellt. Der Rutil war auf das sorgfältigste ausgelesen.

Das Mineral wurde mit saurem schwefelsaurem Kali aufgeschlossen und gab eine Schmelze, die sich in Wasser klar auflöste. Beim Kochen desselben fiel schneeweisse Titansäure, im Filtrate von derselben fand sich eine Spur Eisenoxyd, im Mineral jedenfalls als Oxydul vorhanden, aber nicht bestimmbar. Der Kalk wurde mit oxalsaurem Ammoniak gefällt. Magnesia und Sonstiges ist nicht vorhanden.

Die Analyse ergab:

	Gefunden:	Berechnet:
TiO_2	= 74,32	74,55
CaO	= 25,27	25,45
FeO	= Spur	—
	99,59	100,00

Die Zusammensetzung entspricht, wie die nebenstehenden berechneten Werthe zeigen, genau der Formel:

$$CaO \,.\, 2\, TiO_2.$$

Die Isomorphie des Titanomorphites mit dem Titanit, welche in der vollkommnen Uebereinstimmung der optischen Verhältnisse und der erkennbaren Krystallformen angedeutet war, findet in der chemischen Con-

stitution desselben ihre endgültige Bestätigung, wie ein Blick auf die Formeln der beiden Mineralien zeigt:

Titanit: $Ca\,Si^2\,O^5 + Ca\,Ti^2\,O^5$

Titanomorphit: $Ca\,Ti^2\,O^5 + Ca\,Ti^2\,O^5$.

Ferner findet darin die Isomorphie der Titansäure und der Kieselsäure einen neuen, bemerkenswerthen und bestätigenden Ausdruck.

Die unverkennbaren Uebergänge, die in manchen Gesteinen vom Titanomorphit unmittelbar zum Titanit hinüberführen und die Entstehung des letzteren aus dem ersteren wahrscheinlich machen, erscheinen nun sehr natürlich. Es wäre nicht zu verwundern, wenn bei weiterer Untersuchung auch solche Titanomorphite gefunden würden, in denen schon ein Theil der Titansäure durch Kieselsäure ersetzt wäre: wirkliche Mittelglieder zwischen jenem und dem Titanit.

So findet sich denn auch der Titanit so ausserordentlich häufig mit dem Titanomorphit nahe beisammen. Auch in dem Amphibolgesteine vom Lampersdorfer Sauerbrunnen liegen kleine, honiggelbe Körnchen von Titanit, nicht häufig, aber stets in der Nähe der Titanomorphitaggregate. Ausser diesen und ihren Muttermineralien, dem Rutil und dem Titaneisen, finden sich in dem Gesteine noch vor: Epidot in pistazgrünen und gelben stengligen Aggregaten; Kalkspath in Schnüren, oft auch einzelne Krystalle; Chlorit auf den Klüften und nesterförmig zusammengehäuft; ein bronzefarbiger, glänzender Glimmer, stellenweise auf den Kluftflächen zusammenhängende Membranen bildend; Albit in Krystallen auf Klüften des Gesteins; dichte oder zuckerkörnige grünlichweisse Partien eines dem Saccharit ähnlichen Feldspathes; Orthoklas in einzelnen Krystallen in den Hohlräumen; im Gesteine vereinzelt eingesprengt Körnchen von Pyrit und Kupferkies; endlich die zum Gesteinsgemenge selbst gehörigen Mineralien: Amphibol und Granat, letzterer auch in wohlgebildeten Rhombendodekaëdern. Auch im Innern der fast ganz aus einem körnigen Aggregate von Granat bestehenden Theile des Gesteines tritt der Rutil und sein Umwandlungsprodukt auf.

2. Idokras von Gleinitz und dem Johnsberge bei Jordansmühl.

Die Serpentinkuppen in der Gegend von Jordansmühl in Schlesien, besonders der Steinbruch von Gleinitz, haben schon eine ganze Reihe interessanter Mineralien geliefert. Schon früher beschrieb Websky*) das ausgezeichnete Vorkommen wasserhellen, farblosen Granates von dort und gab bei dieser Gelegenheit auch schon eine kurze Beschreibung der paragenetischen Verhältnisse dieses Vorkommens. Die Serpentine sind hier, wie auch weiter südlich in den krystallinischen Schiefern der hohen Eule und

*) Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1869, S. 753.

der Grafschaft Glatz, geschichteten Gesteinen eingeschaltet. So erscheinen sie allenthalben in Begleitung von schiefrigen, meist sehr zersetzten Gesteinen; fast an allen Punkten, wo die Serpentine östlich und südlich in dem Umkreis des Zobtens zu Tage treten, liegt eine geschichtete Decke über ihnen. In dieser findet sich bei Gleinitz ein Lager von Prehnit, dichte, krystallinische Aggregate, in den Hohlräumen zum Theil ausgezeichnete Krystalle. Im Prehnit kommen verschiedene andere Mineralien vor, Natrolith, Pektolith epigen auf Prehnit, und vor allem sehr reichlich und ausgezeichnet Hyalith. In einer neueren Notiz erwähnt Websky*) dann noch, dass er durch Herrn Dr. Thalheim, der um die Kenntniss der Vorkommnisse von Gleinitz sich recht verdient gemacht hat, auch kleindrusige Aggregate von bläulichem Idokras erhielt, an denen er das Auftreten einer ditetragonalen Pyramide als Endigung der kleinen Prismen auch schon anführt.

Eine Reihe von Handstücken, die ich von Gleinitz erhielt, gab mir Veranlassung das in mancher Beziehung recht bemerkenswerthe Vorkommen einer etwas eingehenderen Betrachtung zu unterziehen.

Idokras hatte schon vor längerer Zeit Websky in Begleitung des verstorbenen E. Becker unter ganz gleichen Verhältnissen des Vorkommens auch am Südostfusse des Johnsberges zwischen Trebnig und Wütterisch gefunden, wie das aus den Handstücken im mineralog. Museum unserer Universität und den diesen beiliegenden Etiquetten hervorgeht. Er bildet hier Krusten von gelblicher oder schön pfirsichblüthrother Farbe auf einem zersetzten schiefrigen Gesteine, einem Glimmerschiefer, der auf der geognost. Karte von Niederschlesien als Granit angegeben ist.

Auch der Idokras von Gleinitz bildet aus dichter Aggregation kleiner Prismen bestehende, oft 1—2 Zoll starke Lager und Krusten in der Decke des Serpentins; in die Hohlräume dieser Aggregate ragen die zierlichsten, meist jedoch nur 1—2 mm langen Krystalle hinein. Dieselben sind farblos oder lichtgrünlich, rosaroth und amethystblau, zeigen jedoch in ausgezeichneter Weise eine polare Färbung. Die Amethystfarbe ist nie über den ganzen Krystall verbreitet, sondern erscheint immer nur an den beiden Enden, nach der Mitte zu sind die Krystalle farblos oder schwach grünlich. Sehr auffallend ist der Dichroismus dieser polargefärbten Krystalle. Während die farblosen oder grünlichen Stellen nur einen sehr schwachen Dichroismus ($\mathfrak{c}$ farblos, $\mathfrak{a}$ lichtgoldgelb) zeigen und die einfach rosaroth gefärbten Krystalle $\mathfrak{c}$ farblos, $\mathfrak{a}$ lichtrosaroth, zeigen die amethystfarbenen Endigungen einen Dichroismus, der ganz an den des Andalusites erinnert: $\mathfrak{c}$ lichtgrün, $\mathfrak{a}$ pfirsichblüthroth.

*) Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **30,** 1878, S. 537.

Schnitte der wasserhellen Kryställchen parallel zur Basis zeigen im convergenten Lichte das Axenbild der einaxigen Substanzen, ein Auseinandergehen der Kreuzbalken war nicht wahrzunehmen, wohl aber eine Verzerrung der farbigen Kreise. Im parallelen Lichte zeigten sich in einem solchen Schnitte ausgezeichnet die auch schon von Mallard hervorgehobenen Erscheinungen*). Er ist aus vier Sektoren zusammengesetzt (Fig. 5), zwischen denen in der Richtung der Diagonalen nach aussen sich verbreiternde, immer dunkel bleibende Keile liegen. Die vier Sektoren löschen gleichmässig aus, wenn eine der Seiten des quadratischen Schnittes den Nicolhauptschnitten parallel liegt. In Zwischenstellung sind sie gleichmässig hell, mehr oder weniger von dunkeln Streifen parallel der Seite durchzogen.

In Schnitten normal zur Basis, also parallel zur Hauptaxe, zeigt sich ein Aufbau aus Schichten (Fig. 5), die den äusseren Umrissen parallel liegen, alle vollkommen gleichmässig auslöschen und nur in dem Grade der Helligkeit eine gewisse Abweichung zeigen. Sie erinnern auffallend an die Verhältnisse des schaaligen Aufbaues, wie sie manche Quarzkrystalle zeigen. In der That glaube ich, dass sich auch die optische Anomalie durch eine blosse Unregelmässigkeit im Baue der Krystalle erklären lässt, indem die einzelnen Schaalen des Krystalls eine gegen die Hauptaxe, in der Richtung der Normalen zur Seitenkante etwas geneigte Stellung einnehmen. In den diagonalen Richtungen aber ist die Stellung der kleinsten Theilchen vollkommen regelmässig, wie auch das optische Verhalten. Die optische Anomalie ist hier gewiss nicht das Anzeichen einer pseudosymmetrischen Krystallform, sondern nur der Ausdruck anomalen Wachsthums der Krystalle.

Die Form der in den kleinen Drusenräumen frei stehenden Krystalle lässt drei verschiedene Typen erkennen.

1) Krystalle vom gewöhnlichen Typus des Idokras von Wilui: $\infty P(110)$. $\infty P\infty(100)$. $P(111)$. $P\infty(101)$. $oP(001)$. Die Prismen stark gestreift durch $\infty P2(120)$.

2) Prismatische Krystalle mit ditetragonaler Pyramide als Endigung: meist nur die Prismen und ditetragonale Pyramide, ohne Basis, nur selten *P*. An der Pyramide wurde gemessen der Winkel einer der primären Polkanten und zu

$$45^0\ 15'\ 30''$$

gefunden. Hiernach bestimmt sich die ditetragonale Pyramide als $3P3$; für diese mass Kokscharow $45^0\ 18'\ 30''$.

Die Combination dieser Pyramide mit Prismen ist unter den Krystallen von Gleinitz weitaus am häufigsten und die polare amethystblaue Färbung scheint ausschliesslich auf diese beschränkt.

---

*) Diese Zeitschr. **1**, S. 317.

3) Selten kommen auch Krystalle von dem pyramidalen Typus von Achmatowsk vor, die Prismen treten fast ganz zurück, die Combination zeigt nur $P.P\infty$ und oP. Diese Kryställchen sind rundum ausgebildet und sitzen lose in den Drusenräumen auf der Spitze anderer auf; sie sind vollkommen farblos und wasserhell.

Die durch ihre schön pfirsichblüthrothe Farbe ausgezeichneten Krystalle vom Johnsberge zeigen stets dieselbe einfache Form, die Combination des ersten Typus: $\infty P.\infty P\infty.P.P\infty.oP$. Auffallend ist es, dass sie trotz der zum Theil recht intensiven Färbung doch einen viel schwächeren Dichroismus zeigen, als die amethystfarbigen Stellen der Krystalle von Gleinitz: $\mathfrak{c}$ farblos, $\mathfrak{a}$ rosaroth.

Von beiden Vorkommen habe ich eine Analyse ausgeführt, bezüglich der letztgenannten Krystalle vorzüglich der rosarothen Farbe wegen. Von dem ersten Vorkommen wurden nur vollkommen farblose, möglichst klare Kryställchen ausgesucht, von dem anderen Vorkommen sehr sorgfältig nur rosarothe. Die Ergebnisse der Analysen sind unter I und II mitgetheilt. Unter III führe ich eine früher von Websky ausgeführte Analyse des Johnsberger Vorkommens auf, die wohl an nicht ganz granatfreiem Material ausgeführt worden ist. Diese Analyse war von Websky bisher nicht publicirt, mit seiner Zustimmung führe ich sie hier an:

	I	II	III
SiO_2	= 37,57	37,32	39,41 (+ Verlust)
Al_2O_3	= 16,30	16,87	19,63
Fe_2O_3	= 1,82	2,57	—
FeO	= 2,76	2,38	2,42
CaO	= 36,26	34,46	34,75
MgO	= 1,75	0,67	0,38
MnO	= —	3,23	3,41
Na_2O	= nicht bestimmt	—	—
H_2O	= 3,01	2,22	—
	99,47	99,72	100,00

Hiernach ist der Idokras von Gleinitz ein eisenoxydarmer, aber wasser- und kalkreicher, übrigens ganz normaler.

Der Idokras vom Johnsberge weicht von dem ersteren nur durch den Gehalt an MnO ab, der als stellvertretend für einen Theil des Kalkes und der anderen Monoxyde angesehen werden kann. Auf diesen Gehalt an MnO ist auch die pfirsichblüthrothe Farbe zurückzuführen und darnach kann derselbe als ein eigentlicher Manganidokras bezeichnet werden.

Die Analyse Websky's lässt eine Vermengung mit Granatsubstanz vermuthen, die jedoch mikroskopisch an den von mir untersuchten Proben nicht mit Sicherheit erkannt werden konnte.

3. Gismondin aus dem Basalt vom Schlauroth bei Görlitz.

Durch Vermittlung eines früheren Zuhörers, des Herrn Dr. Krause, erhielt ich ein Stück des Basaltes von der kleinen Kuppe des sogenannten Schlaurothes südwestlich von Görlitz, welches in einem Blasenraume ausgezeichnete Krystalle von Gismondin enthält. Der nicht sehr grosse flache Drusenraum zeigt als Unterlage eine feine röthliche oder grünliche Schicht von Siderit mit einzelnen Körnern von Calcit, eine äusserst zierlich traubige Oberfläche nach Innen kehrend. Darauf sitzen einzelne radialfasrige Kugeln von Natrolith und, zum Theil auf diesen, zum Theil auf der von ihnen unbedeckt gebliebenen Unterlage, findet sich als jüngste Bildung der Gismondin. Die zahlreichen Krystalle desselben zeigen ausschliesslich die gewöhnliche Form der anscheinend quadratischen Pyramide, die grössten besitzen aber nicht mehr als 2—3 mm Kantenlänge. Sie erscheinen meist einzeln und daher mit ziemlich vollkommen ausgebildeter Form, mit einer Ecke oder Kante aufgewachsen. Dass die basischen Schnitte nicht wirklich Quadrate und daher die Krystallform nicht quadratisch, und dass die einzelnen Gestalten untereinander verschieden sind, lässt sich schon mit der Loupe deutlich sehen. Die Flächen sind nur zum kleineren Theile und nur theilweise glänzend, die meisten zeigen eine matte Oberfläche und sind mit einem lichtrostfarbigen Ueberzuge bedeckt. Eine Streifung der Flächen ist nicht wahrzunehmen.

Bei einem Besuche in Görlitz im Laufe dieses Sommers fand ich in der Sammlung der naturforschenden Gesellschaft noch ein zweites Handstück von demselben Fundorte, das mir der verdiente Leiter jener Sammlung, Herr Dr. Peck, freundlichst zur Verfügung stellte. Die Krystalle dieses Stückes zeigen bei vollkommen gleichen paragenetischen Verhältnissen eine andere Ausbildung. Die Krystalle sind zwar klar und glänzend, jedoch viel kleiner und in inniger Durchwachsung mit einander zu kugligen Gruppen verbunden. Es lassen sich unschwer solche Gruppen erkennen, welche die Zwillingsverwachsung aufweisen, wie sie Streng*) vom Schiffenberge bei Giessen beschrieben und abgebildet hat. An diesen Gruppen lässt sich auch die von Streng angegebene Streifung der Flächen wahrnehmen. Die Streifung verläuft auch hier parallel der einen Polkante der anscheinend quadratischen Pyramide, gleichmässig über zwei in dieser Kante sich schneidende Flächen hin. Die von Streng an den beiden Hälften einer Pyramidenfläche, aus der die in Zwillingsstellung befindlichen Individuen mit der Ecke hervorragen, beobachtete gegentheilig verlaufende Streifung habe ich hier nicht wahrnehmen können. Auch sind die Zwillingsgruppen zu klein und mit anderen Krystallen zu dicht verwachsen, als dass sie ein

*) Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1874, S. 578, Taf. IX.

weiteres Studium ihrer einzelnen Verhältnisse gestatteten. Aber das anscheinend vollkommen gleichzeitige Einspiegeln zweier Pyramidenflächen von umgekehrter Lage lässt über die Zwillinge selbst keinen Zweifel.

Dieses neue Vorkommen von Gismondin *) liefert einen ferneren Beweis für die ziemlich grosse Verbreitung dieses sonst für sehr selten geltenden Minerals. Die noch ungelöste Frage nach der wirklichen Krystallform desselben veranlasste mich zu einer eingehenderen Untersuchung der Krystalle des erstgenannten Handstückes, da manche derselben wohl geeignet schienen, vermöge der Beschaffenheit ihrer Flächen und wegen ihrer Klarheit sowohl goniometrische Messungen, als auch die Darstellung geeigneter Plättchen zur optischen Prüfung zu ermöglichen.

Schon nach den Untersuchungen von v. Lang, Des Cloizeaux und Schrauf erscheint es keinem Zweifel mehr unterliegen zu können, dass das Mineral nicht dem quadratischen Systeme angehört, wie es Marignac, vom Rath u. A. angenommen haben. v. Lang hat zuerst die optische Zweiaxigkeit erkannt. Er sowohl wie Schrauf nehmen daher ein rhombisches Axenverhältniss an, wie es auch H. Credner**) gethan hatte, dessen Beschreibung und Abbildung der von ihm als Gismondin angesehenen Krystalle es aber wahrscheinlich macht, dass ihm zum Theil Phillipsitkrystalle vorgelegen haben, die er mit Gismondin verwechselte. Erst Schrauf***) hat dann einen weiteren Schritt in der richtigen Auffassung der Krystalle dieser Species gethan, indem er die an ihnen beobachteten Winkeldifferenzen als die Folge von Zwillingsbildungen nach Art der Juxtapositionszwillinge beim Bournonit zu deuten versuchte. Allerdings spricht er dann auch die Vermuthung aus, dass die Krystalle des Gismondin einem asymmetrischen Systeme angehören möchten, wie es auch schon Breithaupt mit seinem Scharfblicke erkannt hatte. Dieser nahm für den Gismondin dieselben Zwillingsgesetze an, wie für den Phillipsit.

Je weniger bisher die geringe Grösse der Krystalle bei einer sehr unvollkommenen Beschaffenheit der Flächen eine entscheidende Bestimmung des Krystallsystemes zugelassen, um so mehr schien es geboten, den Versuch zu machen, wenigstens auf optischem Wege die Krystallform und die Art der Zwillingsverwachsung und inneren Gruppirung der Krystalle zu erforschen.

Die geringe Grösse der vorliegenden Krystalle machte allerdings die Herstellung geeigneter dünner Plättchen schwierig. Aber es gelang mir doch, eine Anzahl in verschiedenen Richtungen gelegter Dünnschliffe anzufertigen. Die Schnitte wurden in drei Richtungen ausgeführt: 1) parallel der pseudo-

---

*) Der Steinbruch am Schauroth ist augenblicklich verschüttet und so zunächst dort leider keine weitere Ausbeute zu erwarten.

**) Jahrb. 1847, S. 576.

***) Diese Zeitschr. **1**, 596.

quadratischen Basis, 2) normal zu dieser und parallel einer ihrer Seitenkanten und 3) normal zu derselben, aber parallel einer ihrer Diagonalen.

Die ersteren Schnitte geben erst bei sehr grosser Dünne unter gekreuzten Nicols deutliche Bilder. So lange sie etwas dicker sind, zeigen sie keinerlei bestimmte Auslöschung, sondern verhalten sich wie aus mehreren übereinanderliegenden, verschieden orientirten Lagen bestehend. Erst bei grosser Dünne des Plättchens zeigen sich dann die einzelnen, verschieden orientirten Theile, und es gelingt ein Bild von dem Baue der Krystalle zu erhalten. Es zeigt sich dann der pseudoquadratische Querschnitt in vier Sektoren getheilt, wie es in Fig. 6 dargestellt ist. Je zwei gegenüberliegende Sektoren erscheinen von gleicher optischer Orientirung, während je zwei an der Diagonale nebeneinanderliegende verschiedene Lage der Auslöschungsrichtungen besitzen. In der Richtung der Diagonalen erscheinen vier von der Mitte nach den Ecken sich verbreiternde, meist unregelmässig begrenzte Streifen, die nur eine sehr unvollkommene Auslöschung erkennen lassen. Sie müssen dadurch gedeutet werden, dass hier Theile der angrenzenden Sektoren sich übereinanderschieben. Daraus lässt sich bei genauer basischer Lage des Schnittes schon vermuthen, dass die Grenzfläche der beiden Sektoren nicht normal zur Schnittfläche steht. In Wirklichkeit sind die Sektoren nie so gleichmässig und auch die zwischenliegenden keilförmigen Streifen nicht so regelmässig, wie es die schematische Darstellung der Fig. 6 zeigt. Im Grossen und Ganzen aber ist in allen beobachteten Querschnitten ein der Figur sich anpassendes Verhalten wahrzunehmen. Nur einmal schienen auch die gegenüberliegenden Sektoren eine abweichende Orientirung zu besitzen, was bei dem weniger dünnen Präparate aber nicht scharf zu bestimmen war.

Zur genauen Feststellung der Lage der Hauptschwingungsrichtungen in den einzelnen Sektoren musste der Schnitt in der Regel noch dünner ausgeführt werden. Das hatte dann leider zur Folge, dass die Plättchen nur mehr einen Theil des Querschnittes darboten. Dennoch war es möglich aus mehreren sich ein vollständiges Bild zu gestalten. Fig. 7 und 8 stellen zwei solche Schnitte dar. Mit der Zwillingsgrenze bilden die Auslöschungsrichtungen der anliegenden Sektoren nach rechts und links keine gleichen Winkel. Gemessen wurden in dem einen Falle (Fig. 7) $56\frac{1}{2}^0$ und $42\frac{1}{2}^0$, im anderen Falle 46^0 und 39^0 (Fig. 8). Während der Winkel der Auslöschung mit der einen oberen Kante in den vorliegenden beiden Plättchen nahezu derselbe ist: 7^0 und 8^0, weichen die Winkel mit den anderen Kanten von einander mehr ab: $4\frac{3}{4}^0$ und $2\frac{3}{4}^0$. Mit einander bilden die Auslöschungsrichtungen einen Winkel von 5^0 resp. 9^0. In Fig. 7 zeigt sich, dass auch der Winkel der Zwillingsgrenze zwischen zwei Sektoren mit der oberen Kante nicht derselbe ist: rechts wurde er zu 55^0 in naher Uebereinstimmung mit demselben Winkel in Fig. 8 bestimmt, nach links beträgt

er nur $49\frac{1}{2}^0$. Auch die Winkel der Ecken des Querschnittes werden von den Zwillingsgrenzen nicht halbirt. Hiernach stellt jeder Sektor nothwendig ein ungleichseitiges Dreieck dar, was im Zusammenhang mit dem optischen Verhalten nur in einer asymmetrischen Form der einzelnen Theile und einer unsymmetrischen Lage der als Zwillingsebene anzunehmenden Fläche seine Erklärung findet. In gleicher Weise liefert die verschiedene Grösse des Winkels, den die Auslöschungsrichtungen zweier anliegenden Sektoren mit der Zwillingsgrenze bilden, den Beweis, dass die Zwillingsebene nicht normal zur Fläche des Schnittes oder zu der pseudoquadratischen Basis angenommen werden kann. Auch dieses Verhalten erklärt sich nur bei asymmetrischer Krystallform der einzelnen Theile.

In einem der Schnitte nach der pseudoquadratischen Basis erscheint im convergenten Lichte ein deutliches, allerdings etwas schief austretendes, daher stark nach dem Rande des Gesichtsfeldes geschobenes Axenbild, das jedoch eine genaue Bestimmung des Verhaltens dieses Interferenzbildes gestattet. Bei paralleler Stellung der Hauptschwingungsrichtungen in dem Plättchen mit den Nicolhauptschnitten, erscheint in einem nur wenig elliptischen Ringsysteme ein aus fast gleich starken Balken gebildetes dunkles Kreuz, so dass man auf den ersten Blick das Interferenzbild einer optisch einaxigen Substanz zu sehen meint. Aber eine unsymmetrische Färbung in den vier Sektoren des Axenbildes ist dennoch deutlich wahrzunehmen. Bei einer Drehung des Präparates um 45^0 gegen die Nicolhauptschnitte treten aber die Hyperbeln auseinander, und es zeigt sich das Axenbild einer zweiaxigen Substanz in sehr bemerkenswerther Weise: eine deutliche Dispersion der optischen Axen ist verbunden mit einer sehr auffallenden gekreuzten Dispersion der optischen Mittellinien. Das Axenbild ist nun so, dass die Hyperbeln vollkommen farbig erscheinen und keine dunkle Stelle mehr zeigen. Die Farbenanordnung ist die in Fig. 9 dargestellte: der obere Ast der rechten Hyperbel ist nach Aussen lebhaft roth, nach Innen blau gesäumt, ebenso der obere Ast der linken Hyperbel. Dagegen zeigen die unteren Hyperbeläste die umgekehrte Anordnung der Farben: roth nach Innen und blau nach Aussen. Der Winkel der optischen Axen ist keinenfalls sehr gross, wenngleich es wegen der Schwierigkeit, die Axenpole zu fixiren, nicht gelang, ihn auch nur annähernd zu bestimmen.

Die Ebene der optischen Axen weicht nur um wenige Grade von der Parallelstellung zur Seite der pseudoquadratischen Basis ab. In den verschiedenen Theilen eines Schnittes und den Schnitten verschiedener Krystalle variiren die Winkel etwa von $1-9^0$. Da man die Lage der Axenebene als ziemlich constant annehmen darf, so folgt daraus, dass die Kanten eine verschiedene Lage haben und also nicht zu einem Zonenverbande gehören können, wie sich das auch aus der Betrachtung der äusseren Formen ergeben wird. Die Ebene der optischen Axen steht nicht normal zur pseudo-

quadratischen Basis, also auch nicht parallel der quadratischen Verticalaxe, sondern sie bildet mit dieser Winkel, die an den verschiedenen Schnitten zu 2—4° gemessen wurden. Diese Stellung der Axenebene zeigt sich in Schnitten normal zur pseudoquadratischen Basis und parallel deren Seite.

Solche Schnitte zeigen im Allgemeinen ebenfalls eine Theilung in vier Sektoren, wie in Fig. 10 dargestellt. Jedoch ist das Verhalten der Sektoren ein anderes, wie in den pseudobasischen Schnitten. Die links und rechts liegenden Sektoren verhalten sich gleich, zwischen den oberen und unteren liegt in der Mitte ein mehr oder weniger breiter Streifen, der keine bestimmte Auslöschung zeigt. Wenn die Platte hinlänglich dünn ist, so dass der Schnitt nahezu durch das Centrum des Krystalls hindurchgeht, ist dieser Querstreifen nur ganz schmal und das Bild erscheint wie in Fig. 11. Die Querstreifen gehören den in Fig. 6 mit II bezeichneten Theilen an, die beiden Hälften den mit I bezeichneten Sektoren. Die Zwillingsgrenze liegt hier vertikal, die Auslöschungsrichtungen der beiden Hälften rechts und links bilden mit derselben nahezu gleiche Winkel von 2—3° und liegen umgekehrt. Die Zwillingsebene steht also nahezu normal zur Schnittebene oder ist nahezu parallel der pseudoquadratischen Basis. Hier liegt also ein zweites, von dem in den basischen Schnitten sichtbaren verschiedenes Zwillingsgesetz vor, als dessen Axe die Normale zu einem Hauptschnitte bezeichnet werden kann.

In den Schnitten endlich, die normal zur pseudoquadratischen Basis aber parallel der Diagonale derselben gelegt sind, erscheinen wieder vier Sektoren. Allein es gelang nicht, einen hinlänglich dünnen Schnitt zu erhalten, so dass nur die Grenzen der Sektoren und ihre Lage zu den Kanten bestimmt werden konnte; eine vollständige Auslöschung zeigen die Sektoren nicht. Unter Berücksichtigung der in Fig. 12 *a* und *b* schematisch dargestellten Verhältnisse dieser Querschnitte, ist es leicht einzusehen, dass an ihnen beide Zwillingsbildungen ihren Ausdruck finden.

Die Prüfung der optischen Verhältnisse, wie sie diese verschiedenen Querschnitte des Gismondin zeigen, ergiebt also mit Sicherheit das Vorhandensein zweier Zwillingsverwachsungen. Einmal muss als Zwillingsebene eine Fläche bezeichnet werden, die je nach der für die Einzelindividuen gewählten Stellung einem Prisma oder einem Doma angehört. Die Zwillinge nach diesem Gesetze sind als Durchkreuzungszwillinge ausgebildet (Fig. 6), zwei solche Zwillinge sind nach einem zweiten Gesetze verbunden, für welches als Zwillingsebene ein krystallographischer Hauptschnitt, als Zwillingsaxe die Normale zu diesem gelten kann. Jedoch kann für das zweite Gesetz auch die in diesem Schnitte liegende eine Axe, parallel der Seite der pseudoquadratischen Basis, als Zwillingsaxe gelten (Fig. 11 u. 12). Um eine Sicherheit in die zu wählenden Bezeichnungen zu bringen, erscheint es am zweckmässigsten, von der Ebene der optischen Axen, als

dem einzigen Elemente auszugehen, auf welches die äusseren Flächen der Krystalle mit einer für die verschiedenen Formen festzustellenden Uebereinstimmung bezogen werden können. Nehmen wir an, dass die Ebene der optischen Axen dem basischen Schnitte der Einzelformen am nächsten liege, so deutet dann eine Seite der pseudoquadratischen Basis der Krystalle die Stellung der Verticalaxe der Einzelformen an (Fig. 11). Die mit der quadratischen Verticalaxe am nächsten zusammenfallende Axe würde dann eine der beiden geneigten Axen werden. Zwillingsaxen sind dann die Normale zu einem Doma aus der Zone dieser letzteren Axe und die Verticalaxe.

Wenn somit über die asymmetrische Natur der Einzelformen und die sie vereinigenden Zwillingsgesetze im Allgemeinen nach den optischen Erscheinungen kaum noch ein Zweifel obwalten kann, so sind doch diese Verhältnisse auch mit den äusseren Formen und den scheinbaren Anomalien in den Kanten und Winkeln der Krystalle des Gismondin in Einklang zu bringen.

Alle früheren Beobachtungen haben ergeben, dass die anscheinend unter einander gleichen Krystalle des Gismondin fast alle von einander verschieden sind. Darin findet die älteste Angabe Marignac's ihre Bestätigung, nach dem die Winkel der quadratischen Polkanten von 63—58⁰, die Winkel der Randkanten von 89—93⁰ schwanken. Die späteren Messungen von Streng, Seligmann*) und Schrauf haben dieses vollkommen bestätigt. Meine eigenen Beobachtungen lassen die Abweichungen der Winkelwerthe nur noch vielfältiger erscheinen.

Die meisten der Krystalle vom Schlauroth gestatten in Folge der matten Beschaffenheit ihrer Flächen nur Messungen der Kanten unter dem Mikroskop**), jedoch besassen auch einzelne hinlänglichen Glanz, um Messungen mit dem Reflexionsgoniometer zu ermöglichen. Wo bei den im Folgenden mitgetheilten Werthen solche vorliegen, ist das jedesmal angegeben; alle übrigen Werthe können nur als approximativ gelten. Zur Orientirung ist von den Krystallen, an denen die Messungen ausgeführt wurden, jedesmal eine schematische Ansicht beigefügt (Fig. 13—18).

Erster Krystall (Fig. 13). Die Randkanten, an den drei Seiten gemessen, ergaben anscheinend übereinstimmend 92—93⁰. Nur die mittlere Kante gestattete eine Reflexionsmessung. Als Mittel aus mehreren gut übereinstimmenden Werthen wurde erhalten:

$$92^0\ 30'\ 20''.$$

*) Diese Zeitschr. **1**, 336.

**) Schon seit Langem bediene ich mich zu solchen Messungen eines Objektträgers, der an dem einen Rande einen senkrechten getheilten Halbkreis mit durchbohrter Mitte trägt, durch welche die Axe mit dem Krystall gesteckt wird.

Die Polkanten I und II konnten mit dem Reflexionsgoniometer gemessen werden. Es wurde gefunden:

Kante I = 61° 26′
Kante II = 63 30.

Die beiden Winkel der Randkanten in den Ecken der pseudoquadratischen Basis wurden zu $94\frac{1}{2}°$ resp. $89\frac{1}{4}°$ bestimmt.

Das Krystallbruchstück diente zur Herstellung des in Fig. 7 dargestellten Schnittes. Die Ecke von $89\frac{1}{4}°$ orientirt über die Lage des Schnittes zu Fig. 13. Es zeigt sich demnach, dass eine wirkliche Durchkreuzung, nicht eine Juxtaposition der Individuen vorliegt; denn die obere und untere Hälfte besitzt gleiche optische Orientirung. Da nun aber die Kanten oben und unten in Fig. 13 nicht mehr parallel sind, resp. mit der einen Auslöschungsrichtung verschiedene Winkel bilden, unten wie das Schema Fig. 7 zeigt 7°, die gegenüberliegende, in Fig. 13 obere Kante aber $10\frac{3}{4}°$, so können diese Kanten nicht krystallographisch gleichwerthig sein, und die sie bildenden Flächen nicht die gleichen oder entsprechenden Symbole besitzen. Die untere Kante weicht um $3\frac{3}{4}°$ von der Lage ab, die sie haben müsste, wenn die sie bildenden Flächen mit den oberen zu derselben Zone gehörten. Nehmen wir daher, wie es bis jetzt geschehen, an, dass die eine dieser Kanten durch zwei Domenflächen gebildet sei, z. B. die an der Ecke von $89\frac{1}{4}°$, so müsste dann die obere Fläche etwa einer vorderen oben rechts auftretenden Viertelspyramide angehören.

Auf das Vorkommen von Pyramidenflächen hat zuerst Seligmann*) aufmerksam gemacht, denen nach seiner rhombischen Auffassung der Krystalle des Gismondin das Zeichen $m\breve{P}m$ zukäme, deren Flächen aber nur um ein Geringes gegen die Flächen der pseudoquadratischen Pyramide geneigt seien. Er mass den Winkel der Neigung zu 3° 19—20′. Solche Flächen sind es auch, welche durch oscillatorisches Einschieben in die Flächen der pseudoquadratischen Pyramide oder Domen deren Streifung bewirken. Mit Bezug auf diese letzteren können jene wohl als vicinale bezeichnet werden.

Nehmen wir nun an, dass diese vicinalen Pyramidenflächen in abwechselnder Combination mit Domen oder untereinander die Formen der zu Zwillingen vereinigten Einzelgestalten des Gismondin bilden, so kann dann natürlich die Gleichheit der pseudoquadratischen Randkanten nur mehr bedingte Gültigkeit behalten und ebenso wenig können diese Kanten in allen Fällen in einer Ebene liegen. Je nach der Lage der Kanten und der Gleichheit oder Ungleichheit der Winkel der Auslöschungsrichtung mit diesen Kanten an den entgegengesetzten Enden eines einheitlich orientirten Paares von Sektoren in einem Schnitte, sind im Allgemeinen folgende mögliche Fälle zu unterscheiden:

---

*) l. c. 337.

1) Die Kanten liegen in einer Ebene und sind untereinander parallel. Die Winkel der Auslöschungsrichtung mit den Kanten sind oben und unten gleich. Dieses Verhalten kann in folgenden Fällen eintreten: a. die Kanten sind beide gebildet aus Domen derselben Zone, b. aus parallelen Paaren anliegender vicinaler Pyramidenflächen, c. aus parallelen Paaren gegenüberstehender Pyramidenflächen, oder endlich d. aus je einem Doma und einer Pyramidenfläche, die entgegengesetzten Enden angehören, aber krystallographisch gleich sind, z. B. oben ein hinteres Doma (,*P*,∞) und eine linke vordere Pyramidenfläche ('*P*,, unten das vordere Doma (,*P*,∞) und die hintere, rechte Pyramidenfläche ('*P*,. In den beiden letzten Fällen c. und d. ist die Ebene der Kanten kein krystallographischer Hauptschnitt.

2) Die Kanten liegen in einer Ebene, aber sind nicht parallel; die Winkel der Auslöschungsrichtungen mit den Kanten sind oben und unten verschieden. Beide Kanten sind gebildet a. durch Paare anliegender Pyramidenflächen, die aber an der oberen und unteren Kante anderer Stellung angehören, z. B. oben die vordere und hintere linke Fläche ('*PP*,), unten ebenfalls die beiden linken Flächen (,*PP*'), oder b. durch zwei Domenflächen an dem einen, zwei anliegende Pyramidenflächen an dem anderen Ende. Die Ebene der Kanten ist ein Hauptschnitt.

3) Die Kanten liegen nicht in einer Ebene, aber sie erscheinen in gerader Projection auf den Hauptschnitt parallel und bilden mit der Auslöschungsrichtung oben und unten gleiche Winkel. Sie sind gebildet a. durch Paare gegenüberstehender, oben und unten aber nicht paralleler Pyramidenflächen, z. B. oben *P* links vorn und *P* rechts hinten ('*P*,*P*), dagegen unten *P* rechts vorn und *P* links hinten (*P*,*P*'), oder b. die eine Kante ist durch ein Paar solcher Pyramidenflächen, die gegenüberliegende Kante durch zwei Domenflächen gebildet.

4) Die Kanten liegen nicht in einer Ebene und erscheinen nicht parallel; die Winkel der Auslöschungsrichtung mit der Kante sind oben und unten verschieden. Die Kanten sind gebildet a. aus zwei anliegenden Pyramidenflächen an dem einen, zwei gegenüberstehenden Pyramidenflächen an dem anderen Ende, z. B. '*PP*, und ,*PP*', oder b. aus je einem Doma und einer Pyramidenfläche, so jedoch, dass die beiden Domen- oder Pyramidenflächen einander nicht entsprechen, also z. B. oben vorderes Doma und hintere Pyramidenfläche rechts ,*P*, unten vorderes Doma und ebenfalls hintere Pyramidenfläche rechts '*P*, oder auch oben vorderes Doma und ,*P*, unten hinteres Doma und ,*P*; oder endlich c. aus zwei Domen oder zwei gegenüberstehenden Pyramidenflächen an dem einen und der Combination aus Doma und einer Pyramidenfläche an dem anderen Ende.

Für die pseudoquadratischen Randkanten ergiebt sich aus den möglichen Combinationen natürlich eine entsprechende Zahl abweichender Winkel-

werthe, die aber alle innerhalb enger Grenzen schwanken. Es können die Randkanten im Allgemeinen nach dem Vorhergehenden durch folgende Flächencombinationen gebildet sein:

$$'P'\infty : {}_,P_,\infty;\ 'P : P_,;\ P' : {}_,P;\ 'P : {}_,P;\ P' : P_,;$$
$$'P'\infty : P_,;\ 'P'\infty : {}_,P;\ {}_,P_,\infty : 'P;\ {}_,P_,\infty : P'.$$

Nun sind aber die Kanten häufig, wenn nicht immer, aus Flächen zweier nach dem 2. der im Vorhergehenden aus den optischen Erscheinungen hergeleiteten Zwillingsgesetze verbundenen Hälften gebildet, wie das z. B. in Fig. 11 ersichtlich ist. Hierbei kommen nur die Fälle in Betracht, wo die Kanten alle in der Ebene des Hauptschnittes liegen, da keine Beobachtung vorliegt, dass dieselben aus dieser Ebene gebrochen erscheinen, wie es sonst bei einer Zwillingsbildung der Fall sein müsste. Hierdurch werden die für die Kanten möglichen Combinationen solcher Zwillinge nach dem Gesetze, Drehungsaxe die Normale zum Hauptschnitt, auf folgende reducirt:

$$'P'\infty : \underline{'P'\infty};\ {}_,P_,\infty : \underline{{}_,P_,\infty};\ 'P : 'P;\ P_, : P_,;\ P' : P';\ {}_,P : {}_,P;$$

d. h. die gleichen, aber an entgegengesetzten Enden auftretenden Krystallflächen kommen an eine Kante zu liegen.

Alle verschiedenen Werthe für diese Kanten scheinen nach den bisherigen Messungen innerhalb der Grenzen von 87—93° zu schwanken; gerade die Zwillingsbildung macht aber das Zurückführen bestimmter Werthe auf die einzelnen Combinationen noch sehr schwierig. Einfache Kanten sind vielleicht überhaupt bis jetzt nie gemessen worden.

Die Eckenwinkel der pseudoquadratischen Basis, deren Verschiedenheit meist ziemlich auffallend hervortritt, sind zunächst abhängig von den Flächencombinationen der beiden Kanten. Ausserdem tritt hier die erste Zwillingsbildung nach einer Domenfläche in Wirkung. Durch diese werden die Kanten zweier verwendeter Hälften an eine Ecke gelegt. Ihr Winkel ist zunächst abhängig von der Neigung der als Zwillingsebene zu bezeichnenden Domenfläche gegen die Verticalaxe. Da die beiden Domen, das rechte und linke, verschiedene Neigung besitzen, so können darnach schon bei gleicher Combination die Winkel der durch die Zwillingsstellung neben einandergelegten Kanten von zweierlei Art sein. Die Verschiedenheit der Kanten bezüglich der sie bildenden Flächen bedingt dann für jede Art die sechs vorher angeführten Fälle.

Von einem Hauptschnitte ausgehend (der pseudoquadratischen Basis) können wir annehmen, dass ein solcher für den Einzelkrystall, wenn beide gegenüberliegende Kanten aus Domenflächen gebildet sind, einem Rechtecke sehr nahe kommen muss; denn die Formen nähern sich orthoaxialer Symmetrie sehr. Wir können, ohne allzu sehr von der Wirklichkeit abzuweichen und nur um einen Ausgang zu gewinnen, zur Beurtheilung der an den Gismondinkrystallen vorhandenen Combinationen annehmen, dass die

Winkel dieses Schnittes 91° resp. 89° betragen. Ist dann die Neigung der einen Domenfläche zur Verticalaxe 46°, die der andern 45°, so haben im ersteren Falle für den Hauptschnitt eines Zwillings folgende Werthe für die Eckenwinkel Gültigkeit: 92°, 90°, 89°. 89°; im zweiten Falle 90°, 88°, 91°, 91°. Diese Winkel sind aber gebildet aus domatischen Kanten. Nach einer später anzuführenden Messung ist der Winkel, den die Durchschnittslinien zweier anliegender vicinaler Pyramidenflächen mit dem Hauptschnitt bilden, 6°. Darnach würden für die Eckenwinkel, wenn die sie bildenden Kanten abwechselnd aus Domen- oder Pyramidenflächen gebildet sind, noch folgende Werthe möglich sein:

$'P'\infty : 'P'\infty$ und $'\underline{P} : '\underline{P} = 89^0$ resp. 93^0 an den Zwillingsecken, 92^0 an den beiden anderen Ecken.

$'P'\infty : 'P'\infty$ und $\underline{P'} : \underline{P'} = 95^0$ resp. 87^0 und 93^0
$'P : 'P$ - $'\underline{P} : '\underline{P} = 96$ - 86 - 89
$P' : P'$ - $\underline{P'} : \underline{P'} = 98$ - 84 - 92
$'P : 'P$ - $\underline{P'} : \underline{P'} = 92$ - 90 - 95

und ferner für den zweiten Fall:

$'P'\infty : 'P'\infty$ und $\underline{P'} : \underline{P'} = 93^0$ resp. 85^0 und 94^0
$'P'\infty : 'P'\infty$ - $'\underline{P} : '\underline{P} = 91$ - 87 - 94
$'P : 'P$ - $'\underline{P} : '\underline{P} = 84$ - 94 - 91
$P' : P'$ - $\underline{P'} : \underline{P'} = 96$ - 82 - 91
$'P : 'P$ - $\underline{P'} : \underline{P'} = 90$ - 88 - 97

An der Hand dieser, wenn auch nur muthmasslich approximativen Winkelwerthe für die Ecken muss nun eine Deutung der einzelnen Combinationen des Gismondin versucht werden. Dass die pseudoquadratischen Polkanten, nach unserer Auffassung gleichfalls aus Flächenpaaren zweier Zwillingsindividuen gebildet, je nach der Art der an den beiden Hälften auftretenden Combinationen eine gleich grosse Zahl abweichender Werthe besitzen müssen, ist selbstverständlich, auch für diese aber wird es erst möglich werden, bestimmten Combinationen bestimmte Winkel zuzuschreiben, wenn die Eckenwinkel uns zu der Erkennung jener geleitet haben.

Wenden wir uns nunmehr wieder zu dem Krystall Fig. 13 zurück. Wir hatten an demselben die untere der Ecke von $89\frac{1}{4}^0$ anliegende Kante als eine domatische Kante angenommen. Der Winkel von $89\frac{1}{4}^0$ spricht dafür, dass auch die zweite Kante eine domatische sei. Darnach würde folgende Combination vorliegen:

$,P,\infty$ und P' einerseits, $\underline{,P,\infty}$ andererseits.

Die Combinationskanten I und II sind dann:

$$\mathrm{I} = P' : \underline{,\bar{P},\infty} = 61^0\ 26'$$
$$\mathrm{II} = ,P,\infty : \underline{,\bar{P},\infty} = 63\ \ 30$$

und da wir $'P'$ als die einzige Pyramide füglich als Grundform wenigstens insoweit annehmen können, als sich daraus die Zeichen für die Axen ergeben, so erhalten dann die Domen das Zeichen der Makroaxe.

2. Krystall. Fig. 14. Mit dem vorhergehenden zeigt dieser Krystall eine gewisse Uebereinstimmung. Die Randkanten ergaben Winkel von:

$$92\tfrac{1}{4}^0 \text{ (goniometr.)},\ 92\tfrac{1}{2}^0,\ 93^0.$$

Die Normalenwinkel der Polkanten ergaben:

$$\begin{array}{rl} \text{Kante I} & = 59^0\ 35' \text{ (goniometr.)} \\ \text{-} \quad \text{II} & = 64\tfrac{1}{2}. \end{array}$$

Die Winkel der Ecken des pseudobasischen Schnittes wurden gemessen zu:

$$95^0 \text{ und } 89^0.$$

Auffallend ist bei der im Uebrigen herrschenden Uebereinstimmung die Abweichung in den Winkeln der Polkanten. Von diesem Krystall wurde der Schnitt hergestellt, dessen Verhalten in Fig. 11 dargestellt ist. Es liegt also jedenfalls ein Zwilling nach dem zweiten Gesetze vor. Für die Kanten würden sich folgende Combinationen ergeben:

$$\begin{array}{rcll} & ,P,\infty : \underline{,\bar{P},\infty} & = 92^0\ 30' & \rbrace \text{ oder umgekehrt} \\ & 'P'\infty : \underline{'\bar{P}'\infty} & = 93 & \rbrace \\ & 'P : \overline{'P} & = 92\tfrac{1}{4} & \\ \text{Kante I} = & ,\bar{P},\infty : '\bar{P} & = 59\ \ 35 & \\ \text{-} \quad \text{II} = & '\bar{P}'\infty : \underline{'\bar{P}'\infty} & = 64\ \ 30. & \end{array}$$

3. Krystall. Fig. 15. Auch dieser Krystall schliesst sich den vorhergehenden an, er gestattet jedoch nur approximative Messungen unter dem Mikroskope. Die Randkanten liegen anscheinend, wie bei den vorhergehenden, in einer Ebene und messen 91—92⁰. Die Eckenwinkel sind:

$$91\tfrac{1}{2}^0,\ 93^0,\ 88\tfrac{1}{2}^0,\ 87^0.$$

Die Polkanten wurden bestimmt zu:

$$\begin{array}{rl} \text{Kante I} & = 64^0 \\ \text{-} \quad \text{II} & = 61\text{—}62^0. \end{array}$$

Der Versuch einen Dünnschliff herzustellen misslang, während des Schleifens wurde jedoch die Theilung in vier Sektoren beobachtet, entsprechend dem in Fig. 12 *a* dargestellten Verhalten.

Die Combination lässt sich wie folgt deuten:

$$\begin{array}{lclll} '\bar{P}'\infty : '\bar{P}'\infty & \text{und} & 'P : 'P & \text{bilden die Ecke von} & 87^0 \\ '\bar{P}'\infty : \underline{\overline{'\bar{P}'\infty}} & \text{-} & '\bar{P}'\infty : \underline{'\bar{P}'\infty} & \text{- - - -} & 91 \\ \text{- \quad -} & \text{-} & P' : \overline{P'} & \text{- - - -} & 93 \\ P' : \underline{P'} & \text{-} & 'P : 'P & \text{- - - -} & 88 \end{array}$$

Der Zwilling ist einer der im zweiten Falle vorher Seite 179 angeführten.

$$
\begin{array}{lcl}
\text{Die Kante I} = {}'\bar{P}'\infty : {}'\bar{P}'\infty & = & 64^0 \\
\text{- II} = {}'\bar{P}'\infty : \overline{P'} & = & 61-62^0 \\
\text{- III} = \overline{P'} : P' & & \\
\text{- IV} = \underline{P'} : {}'\bar{\bar{P}}'\infty & & \text{nicht messbar.}
\end{array}
$$

4. Krystall. Fig. 16. Die Randkanten stimmen ziemlich nahe überein, gemessen wurden: 93⁰, 92⁰ 30′, 93⁰.

Die Polkanten ergaben:

$$
\begin{array}{l}
\text{Kante I} = 61\tfrac{1}{4}-\tfrac{1}{2}^0 \\
\text{- II} = 63-64 \\
\text{- III} = 61-62
\end{array}
$$

Die Winkel der Ecken sind: 85⁰, 97⁰, 86⁰. Die Combination lässt sich deuten als:

$$
\begin{array}{llll}
\text{Kante } {}'\bar{P}'\infty : {}'\bar{P}'\infty & \text{und Kante} & P' : P' & \text{bilden } 85^0 \\
\text{- } {}'P : \overline{'P} & \text{-} & P' : \bar{P}' & \text{- } 97 \\
\text{- } {}'P : {}'\underline{\bar{P}} & \text{-} & {}'\bar{P}'\infty : {}'\bar{\bar{P}}'\infty & \text{- } 87
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{l}
\text{Kante I} = {}'\bar{P}'\infty : \overline{P'} = 61^0 \\
\text{- II} = P' : \bar{'}P = 63-64^0 \\
\text{- III} = {}'\underline{P} : {}'\bar{\bar{P}}'\infty = 61-62.
\end{array}
$$

5. Krystall. Fig. 17.

Die Randkanten wurden gemessen:

$$
\begin{array}{l}
a = 92\tfrac{1}{2}^0 \\
b = 87\tfrac{3}{4} \\
c = 93 \\
d, e = 87-88.
\end{array}
$$

Die Polkanten:

$$
\begin{array}{l}
\text{Kante I} = 56-57^0 \\
\text{- II} = 63-64.
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{l}
\text{Die Ecken } a/b = 86-87^0 \\
b/c = 92\tfrac{1}{2} \\
c/d = 97 \\
d/e = 6 \\
e/a = 92\tfrac{1}{2}.
\end{array}
$$

Das Bemerkenswerthe an diesem Krystall ist das Auftreten der gebrochenen Kante links. Die beiden über dieser Kante liegenden Flächen, deren Kante leider eine Messung nicht gestattete, sind zwei anliegende Pyramidenflächen, das einzige Beispiel unter den gemessenen Krystallen. Der Winkel von 6⁰, den diese Kanten im Hauptschnitt bilden, war daher der Ausgang zu der S. 181 gegebenen Bestimmung der für die verschiedenen Combinationen möglichen Winkelwerthe.

Die in Fig. 17 vorhandene Combination deutet sich nun als aus folgenden Flächen bestehend, wobei von den beiden Pyramidenflächen über *e* und *d*

ausgegangen wird. Erhalten diese die Zeichen $,P$ und $P,$ (für die Lage der Kanten entspricht das P' und $'P$), so ergiebt sich dann weiter:

$$
\begin{aligned}
\text{Kante } a &= P' : \underline{P'} = 92\tfrac{1}{2}{}^0 \\
\text{-} \quad b &= P' : P' = 87\tfrac{3}{4} \\
\text{-} \quad c &= {}'P : {}'P = 93 \\
\text{-} \quad d &= {}'P : {}'\underline{P} = 87\text{—}88 \\
\text{-} \quad e &= P' : \underline{P'} = 87\text{—}88.
\end{aligned}
$$

Für die Kanten a und c stimmen die Winkelwerthe denn auch überein mit den aus den vorhergehenden Krystallen entwickelten für dieselben Combinationen. Dagegen weichen die Kanten b, d und e bedeutend ab. Ein Grund hierfür wäre darin zu suchen, dass das diese Kanten aufweisende Individuum ein einfaches, nicht nach dem zweiten Zwillingsgesetze verbundenes aufzufassen wäre. Dann müssten die die Kanten bildenden Flächen aber folgende Symbole erhalten:

$$
\begin{aligned}
\text{Kante } b &= ,P : P' \\
\text{-} \quad d &= P, : {}'P \\
\text{-} \quad e &= ,P : P'
\end{aligned}
$$

Kante b müsste parallel sein Kante e, was nicht der Fall ist. Für b bleibt nun nur noch die Möglichkeit einer Combination $'P'\infty : ,P$ oder $,P, : {}'P$ übrig.

Eine Entscheidung wird nur durch die Feststellung der Lage der Kanten möglich. Sie scheinen an dem vorliegenden Krystalle allerdings in einer Ebene zu liegen, was aber bei der Kleinheit der Krystalle nur sehr schwer zu constatiren ist.

$$
\begin{aligned}
&\text{Kante I wäre dann: } P' : \underline{P'} = 56\text{—}57^0 \\
&\text{Kante II} = \qquad \underline{P'} : {}'P = 63\text{—}64.
\end{aligned}
$$

6. Krystall (Fig. 18 *a* und *b*).

Dieses ist der einzige Krystall, an dem es möglich war, wenigstens approximativ alle acht pseudoquadratischen Polkanten zu messen und dafür zum Theil auch ziemlich gute Werthe zu erhalten. Dabei ergab sich das für die asymmetrische Krystallform entscheidende und auch für die Richtigkeit unserer Auffassung der Combinationen sehr bedeutsame Resultat, dass die vordere und hintere Seite des Krystalls (Fig. 18 *a* und *b*) bezüglich ihrer Kanten ganz verschieden sind. Die Randkanten waren nicht goniometrisch zu messen, ergaben aber unter dem Mikroskope fast ganz übereinstimmende Werthe von 91—93^0.

Die Polkanten ergaben folgende Werthe:

$$
\begin{aligned}
\left.\begin{aligned}
\text{Kante } \mathrm{I} &= P' : \underline{P'} = 56^0\,50' \\
\text{-} \quad \mathrm{II} &= ,P : \underline{P'} = 63\ 15
\end{aligned}\right\} &\ \text{(goniometr.)} \\
\text{-} \quad \mathrm{I,} = ,P : ,\underline{P} = 56\text{—}57\tfrac{1}{2}{}^0 & \\
\mathrm{II,} = ,P : \underline{P'} = 62\text{—}63 &
\end{aligned}
$$

Kante III $= {,\bar{P},\infty} : {,\bar{P},\infty} = 63—64^0$
- IV $= {,\bar{P},\infty} : \overline{'P'\infty} = 61—62$
- III, $= '\bar{P}'\infty : \overline{'P'\infty} = 64^0\ 37'$ (goniometr.)
- IV, $= '\bar{P}'\infty : \overline{,P,\infty} = 61—62^0$.

Die Randkanten liegen in einer Ebene und bilden gegenüberliegend gleiche Ecken von $92\frac{1}{2}^0$. Hiernach zu schliessen, könnten die Kanten alle aus gleichen Flächencombinationen gebildet sein. Wären es alle Domen, dann müssten vorn und rückwärts entsprechende Kanten die gleichen Winkelwerthe aufweisen. Wenn aber an der einen Seite die Combination nur aus Domenflächen, an der anderen nur aus Pyramidenflächen besteht, wäre die Verschiedenheit der Winkel erklärt.

Im Vorhergehenden ist bei der Aufstellung der allgemein möglichen Fälle der Combinationen unter 1 *d* gesagt, dass bei Combination von je einem Doma mit einer Pyramide, die entgegengesetzten Enden angehören aber krystallographisch gleich sind, also z. B. $,P,\infty : 'P$ oben und unten, die Kanten alle in einer Ebene liegen und parallel sind, wie es hier der Fall ist. Auch die durch die Zwillingsstellung bedingten Ecken im Hauptschnitte entsprechen denen, die durch domatische Kanten gebildet werden. Es scheint also in diesem Krystalle ein solcher Fall vorzuliegen, er ist dann aber nur ein einfacher Zwilling nach dem ersten Gesetze, Zwillingsebene das Brachydoma. Dafür müsste natürlich die optische Bestätigung erbracht werden.

Dann erhalten die Polkanten die in der Tabelle ihnen beigefügten Symbole. Es stimmen dann die Werthe für die aus bestimmten Flächencombinationen gebildeten Kanten ziemlich gut mit denen überein, die wir schon aus den früheren Krystallen hergeleitet haben.

Wenn auch die bisherigen Beobachtungen und Winkelwerthe das Aufstellen eines Parameterverhältnisses noch nicht gestatten, so ist dieses doch aus der Bestimmung einer grösseren Zahl von Krystallen, auch von anderen Fundpunkten, durch ein vollkommenes Durchmessen aller Kanten eines Krystalles unter gleichzeitiger Prüfung seines optischen Verhaltens gewiss zu erreichen, und gedenke ich darauf noch einmal zurückzukommen.

Dahin lassen sich aber die im Vorhergehenden mitgetheilten Beobachtungen und Folgerungen in der Kürze zusammenfassen: Alle Krystalle des Gismondin sind Zwillingsverwachsungen asymmetrischer Einzelgestalten. Diese weisen nur sehr einfache Flächencombinationen auf: domatische Paare und vereinzelt auftretende, unter einander oder mit jenen combinirte Viertelspyramiden, deren Flächen zu den Domen eine vicinale Lage besitzen.

Die Zwillinge sind entweder einfache, nach dem Gesetze: »Zwillingsebene ein Brachydoma« gebildete Durchkreuzungszwillinge, oder es sind doppelte Zwillinge nach diesem und einem zweiten Gesetze: Zwillingsebene der makrodiagonale Schnitt. Da das Axenverhältniss des Gismondin

orthoaxialer Symmetrie jedenfalls sehr nahe steht, so bilden die Zwillingsverwachsungen Gestalten von pseudorhombischer oder pseudoquadratischer Symmetrie.

Die von Streng beschriebenen Durchkreuzungssechslinge vom Schiffenberge sind also in Wirklichkeit Zwölflinge; die aus ihnen sich herleitenden Formen stehen dem regulären Systeme nahe.

In diesen Beziehungen und ganz besonders in der Art der Zwillingsverwachsung ist also eine Uebereinstimmung zwischen dem Gismondin und dem Phillipsit und Harmotom ganz unverkennbar.

Die Abweichungen und Verschiedenheiten der ebenen Winkel der pseudoquadratischen Basis und der Polkanten sind bedingt, einmal durch die verschiedene Neigung der beiden Brachydomen, welche Zwillingsebene sein können, zur Verticalaxe, vorzüglich aber durch die Art der Flächencombinationen, welche die pseudoquadratischen Randkanten bilden und deren Lage bedingen, je nachdem dieselben aus zwei Domen-, zwei vicinalen Pyramiden- oder je einer Domen- und einer Pyramidenfläche bestehen.

Die Abweichungen der Winkel an dem Zeagonit Gismondi's liegen vollkommen innerhalb der auch am Gismondin beobachteten Grenzen, und es unterliegt keinem Zweifel, dass diese Species mit dem Gismondin zu vereinigen ist.

XII. Ueber den Perowskit.

Von

H. Baumhauer in Lüdinghausen.

(Mit Taf. VII.)

Es giebt wohl kaum ein Mineral, dessen krystallographische und optische Verhältnisse eine so mannigfaltige Deutung erfahren haben, als der Perowskit. In seinen Winkeln entschieden reguläre Bildung aufweisend, wurde er im Widerspruch hiermit von Des Cloizeaux als optisch-zweiaxig, von Hessenberg als einaxig bezeichnet. Mit Ausnahme des monoklinen wurde er sämmtlichen Systemen zugezählt oder doch die Möglichkeit seiner Zugehörigkeit zu denselben ausgesprochen. v. Kokscharow hielt bis auf die neueste Zeit am regulären System fest; Hessenberg musste durch die Beobachtung der optischen Einaxigkeit (— es ist freilich wahrscheinlich, dass in diesem Falle eine der beiden optischen Axen auf der betreffenden Würfelfläche senkrecht stand —) zur Annahme des quadratischen Systems gedrängt werden, wenngleich er dies mit Hülfe der Hypothese einer inneren molecularen Umlagerung zu vermeiden suchte; Kenngott vermuthete, der Perowskit sei rhomboëdrisch mit einem Rhomboëderwinkel von nahe 90^0; Des Cloizeaux hielt es nicht für unmöglich, dass unser Mineral triklin sei. Doch haben der genannte Forscher und nach ihm auch v. Kokscharow sich zuletzt entschieden für das rhombische System ausgesprochen, wenngleich es Ersterem bis jetzt noch nicht gelang, das optische Verhalten des Perowskits einheitlich zu deuten, und Letzterer durch seine jüngste Annahme (s. u.) gleichfalls noch nicht alle Schwierigkeiten gehoben hat.

Eine vollständige und durchaus befriedigende Erklärung der Krystallbildung und der complicirten Verwachsungen des Perowskits liegt also noch nicht vor. Wenn auch nicht in der weitgehenden Hoffnung, alle hier auftauchenden Räthsel zu lösen, so doch in dem Gedanken, wenigstens einen Theil derselben ihrer Lösung nahe zu bringen, unternahm ich eine Unter-

suchung der wichtigsten Perowskit-Varietäten, soweit ich dieselben erlangen konnte, deren Resultate im Folgenden enthalten sind.

a. Krystalle von Zermatt.

Zuerst untersuchte ich die mir zu Gebote stehenden Krystalle resp. Krystallfragmente von Zermatt. Dieselben besitzen eine frei ausgebildete, stark glänzende Fläche, welche vielfach quadratische Vertiefungen trägt, deren Seiten den scheinbaren Würfelkanten parallel gehen; an diese Fläche anstossend zeigen sie theils solche Flächen, welche auf jener senkrecht stehen, aber nicht so glänzend und von splittriger Textur sind, theils unebene Bruchflächen.

Sprengt man ein Stück schräg zur glänzenden Fläche ab, so treten auf dem muscheligen Bruche deutliche, parallel laufende Zwillingsstreifen hervor, ganz ähnlich, wie man solche Streifen namentlich auf den Bruchflächen des Leucits beobachten kann, und die man nicht leicht mit den auf den Bruchflächen einfacher Krystalle häufig auftretenden Absätzen verwechseln wird. Die Zwillingsstreifen gehen den scheinbaren Würfelkanten parallel. Besonders scharf tritt aber die Zwillingsverwachsung dieser Perowskite nach der Aetzung hervor und zwar hier am schönsten bei Anwendung von verdünnter Flusssäure. Namentlich lassen dann die ursprünglich glatten Flächen ihren Bau, der an Complication demjenigen der Leucitflächen wenig nachsteht, schon bei Betrachtung mit blossem Auge erkennen. Zweckmässiger und für das Detail unerlässlich ist die Anwendung des Mikroskops, bei etwa 100 facher Vergrösserung und auffallendem Lichte. Eine solche mit Flusssäure einige Minuten geätzte Fläche von circa 7 mm grösster Länge und Breite stellt Fig. 1 in vergrössertem Maassstabe dar. Wenn man das Krystallfragment, an welchem sich diese Fläche befindet, so auf dem Objectglase aufstellt, dass die Fläche horizontal liegt, und nun mittelst einer Sammellinse die Strahlen einer nicht zu nahe stehenden Lampe schräg auffallen lässt, so treten die in der Figur gezeichneten Streifen nicht zugleich, sondern während einer Drehung des Krystalles um 90⁰ nach einander hervor. Es sind hierbei drei Fälle zu unterscheiden.

1) Die Lichtstrahlen fallen in der Richtung auf, welche durch den mit I bezeichneten Pfeil angedeutet ist. Dann treten auf fast gleichmässig hellem Grunde diejenigen (in der Figur punktirten) Theile dunkel hervor, welche mit in der Richtung des Pfeiles liegenden linienartigen Aetzeindrücken bedeckt sind. Diese Eindrücke befinden sich jetzt offenbar in der für die Reflexion des Lichtes ungünstigsten Stellung, während die Vertiefungen der übrigen Flächentheile dabei das Licht verhältnissmässig stark reflectiren.

2) Die Lichtstrahlen fallen in der Richtung des mit II bezeichneten Pfeiles auf, was nach einer Drehung des Krystalles um 45⁰ geschieht. Dann zeigen sich vorwiegend diejenigen Streifen, welche in der Figur weiss

gelassen sind. Jedoch sind sie abwechselnd von verschiedener Helligkeit, so dass stets auf einen lichteren ein dunklerer Streifen folgt. Dieser Umstand findet darin seine Erklärung, dass die Streifen mit freilich sehr kleinen, und desshalb selbst unter dem Mikroskop im reflectirten Lichte nur schwer zu erkennenden Aetzeindrücken von rhombischer Form, einer Pyramide entsprechend, bedeckt sind. Diese Eindrücke, welche bei den später zu besprechenden Krystallen gleichfalls, aber grösser und darum deutlicher erhalten wurden, besitzen nun auf den abwechselnden Streifen eine verschiedene, nach den Grenzlinien symmetrische Lage, wie es in Fig. 1 bei α dargestellt ist, wodurch sie das Licht ungleich reflectiren, wenn dasselbe in der Richtung des Pfeiles II auffällt. Fällt es hingegen in der Richtung des Pfeiles I (oder III) auf, so wird es von den Vertiefungen der abwechselnden Streifen in gleicher Weise reflectirt, dieselben erscheinen also gleich hell.

3) Die Lichtstrahlen fallen in der Richtung des Pfeiles III auf, was nach einer weiteren Drehung des Krystalles um 45° stattfindet. Diejenigen Streifen, welche mit in der Figur verticalen linienartigen Eindrücken bedeckt sind, erscheinen jetzt hell, ohne jedoch ihre nächste Umgebung hierin wesentlich zu übertreffen, während die mit gleichen, aber horizontal gelegenen Eindrücken versehenen nun dunkel sind.

Die zu der beschriebenen senkrechten Flächen sind, soweit sie ihrer Ausbildung nach eine mikroskopische Betrachtung gestatten, von jener ziemlich verschieden. Sie zeigen zwar dieselben rhombischen und linienförmigen Eindrücke, letztere überwiegen jedoch bedeutend. Dabei treten sie gleichfalls nach zwei zu einander senkrechten, den scheinbaren Würfelkanten parallelen Richtungen auf. Die Gestalt dieser Vertiefungen soll bei Besprechung der Krystalle von Achmatowsk, bei denen sie grösser und deutlicher erhalten wurden, genauer angegeben werden. Es sei hier nur bemerkt, dass sie (in verticaler Stellung betrachtet) nach oben und unten, nicht aber nach rechts und links gleich gestaltet sind, so dass die sie tragenden Flächentheile die Symmetrie eines rhombischen Prismas besitzen.

Eine optische Untersuchung des in Fig. 1 abgebildeten Krystalls wurde nicht vorgenommen. Dafür wurde ein zweiter Krystall von Zermatt, welcher während einiger Augenblicke mit geschmolzenem Aetzkali statt mit Flusssäure geätzt war, nach der glänzendsten Fläche zu einer Platte verschliffen, welche neben der Beobachtung der Zwillingslamellen und Aetzeindrücke im gewöhnlichen, die Bestimmung der Auslöschungsrichtungen im parallelen polarisirten Lichte gestattete. Die Platte ist in Fig. 2 abgebildet. Im Wesentlichen zeigt sie eine ganz ähnliche Zusammensetzung wie die in Fig. 1 dargestellte Fläche. Diejenigen Theile, welche einander geradlinig berühren, herrschen bedeutend vor. Sie sind mit Aetzeindrücken bedeckt, welche abweichend von den durch Flusssäure hervorgerufenen,

eine quadratische Form, sowie eine gegen jene um 45° gedrehte Lage besitzen. Will man daher die oben besprochenen rhombischen Aetzfiguren auf eine Pyramide zurückführen, so muss man die mit Kalihydrat erzeugten als von den Flächen eines Makro- und eines Brachydomas begrenzt betrachten. Die zwischen die mit solchen Vertiefungen bedeckten Theile eingeklemmten schmalen anders gearteten Partien zeigen undeutliche Aetzfiguren, deren Gestalt nicht mit Sicherheit zu ermitteln war. Wie es scheint, sind dieselben annähernd rhombisch gestaltet und liegen ihrer grössten Ausdehnung nach parallel oder senkrecht zu der Richtung der Streifen, worauf sie sich befinden.

Im parallelen polarisirten Lichte zeigt die in Fig. 2 dargestellte Platte Auslöschungen parallel den Diagonalen der scheinbaren Würfelfläche, mit den Richtungen der Streifen demnach Winkel von 45° bildend. Dabei lässt sich an denjenigen Stellen, wo sich die schmalen Streifen mit nicht quadratischen (beim Aetzen mit Flusssäure linienartigen) Eindrücken befinden, keine oder kaum eine geringe Aufhellung wahrnehmen, eine Thatsache, welche, wie aus anderen Beobachtungen hervorgeht, lediglich darauf beruht, dass die betreffenden Streifen nur sehr dünne, der übrigen Krystallsubstanz auf- resp. eingelagerte Schichten bilden. Nur bei ganz dünnen Schliffen ist man im Stande, die optische Verschiedenheit beider Arten von Streifen im parallelen polarisirten Lichte zu erkennen, aber auch dann selbst konnte ich keine bestimmten Auslöschungsrichtungen der schmalen (in Fig. 1 und 2 punktirten) Partien beobachten. Dieselben erscheinen in der Auslöschungslage der übrigen Flächentheile nur etwas heller, wohl auch gefärbt. Zuweilen decken sich diese helleren Stellen des Schliffes nicht einmal genau mit den an der Oberfläche sichtbaren schmalen Streifen, wenn auch der Zusammenhang beider ausser Zweifel steht. Es ergiebt sich aus letzterem Umstande nur, dass die mit verschiedenen Eindrücken bedeckten Krystalltheile sich nicht in zu den scheinbaren Würfelflächen senkrechten Flächen begrenzen, sondern mit einander in innigerer und unregelmässiger Berührung stehen. — Es dürfte zweckmässig sein, gleich hier, bevor ich zu den an geätzten Perowskitkrystallen von anderen Fundorten beobachteten Erscheinungen übergehe, eine Deutung der eben geschilderten Verhältnisse zu versuchen, um von den dadurch gewonnenen Gesichtspunkten aus die ferneren Thatsachen betrachten zu können.

Zunächst sei daran erinnert, dass v. Kokscharow, nachdem er früher*) den Perowskit als regulär mit dodekaëdrischer Hemiëdrie aufgefasst, in neuerer Zeit**) versuchte, die Krystallisation unseres Minerals dem rhombischen System entsprechend zu deuten. Er nahm dabei die Flächen des Würfels als diejenigen der drei Pinakoide, die des Oktaëders

*) Materialien zur Mineralogie Russlands **6**, 388.

) Verh. russ. min. Ges. 2. Ser. **13, 273. Diese Zeitschr. **2**, 502.

als Pyramidenflächen und die des Dodekaëders als solche eines Prismas, eines Makro- und eines Brachydomas. Dabei gelangte er zu zwei Zwillingsgesetzen, nämlich 1) Zwillingsebene $\bar{P}\infty$ und 2) Zwillingsebene $\breve{P}\infty$, und betrachtete im Falle der grössten Complication die Krystalle als Sechslinge (nach beiden Gesetzen zugleich). An einzelnen Krystallen beobachtete er dem entsprechend Zickzacklinien auf den scheinbaren Dodekaëderflächen parallel $\infty O/\infty O\infty$ und führte auch die kreuzförmige Streifung der Würfelflächen auf Zwillingsbildung zurück. Mit dieser Auffassung erklärte sich Des Cloizeaux nicht ganz einverstanden, indem er sich darüber in einem Briefe *) an G. vom Rath folgendermassen äusserte: »Was v. Kokscharow's Notiz über den Perowskit betrifft, so bin ich bereit, mit ihm anzunehmen, dass man die Erklärung der Anomalie dieses Minerals in einer rhombischen Grenzform suchen müsse, etwa nach der Auffassung von Mallard. Indess lehrt eine Erwägung der optischen Eigenschaften der Perowskite vom Ural und von Zermatt, dass die bisherigen Würfelflächen nicht, wie es von v. Kokscharow geschieht, als Flächen $p\,g^1 h^1$ (Pinakoidflächen) der neuen Form angesehen werden können, sondern dass sie als Flächen des Prismas $m\,(\infty P)$ und $p\,(oP)$ betrachtet werden müssen. Es steht nämlich bei diesen Krystallen nicht etwa eine Bisectrix normal zu einer Würfelfläche, sondern eine der optischen Axen. Es werden nun die Dodekaëderflächen zu $\infty\bar{P}\infty$, $\infty\breve{P}\infty$ und P der neuen Form, die Flächen des Oktaëders werden zu $2\bar{P}\infty$ und $2\breve{P}\infty$; den Zwillingen liegt die Zwillingsebene P zu Grunde.«

In Bezug auf den tyroler Perowskit bemerkt Des Cloizeaux hingegen: »Wenn in der That, wie Hessenberg es angenommen, die Krystalle aus Tyrol Perowskit sind, so steht die Bisectrix der optischen Axen nicht auf einer Fläche des Rhombendodekaëders, sondern auf einer Fläche der würfelähnlichen Form senkrecht **). Wie können wir dieses verschiedene Verhalten erklären? Kann vielleicht die grosse, von Hessenberg als dem Würfel angehörig betrachtete Fläche als entsprechend einer Rhombendodekaëderfläche der uralischen Krystalle gedeutet werden?«

Wie wenig es indess Des Cloizeaux gelang, hinsichtlich der Deutung des optischen Verhaltens unseres Minerals zu einem befriedigenden Ergebnisse zu kommen, geht aus folgender Stelle eines späteren, gleichfalls an Herrn vom Rath gerichteten Briefes ***) vom 8. März 1878 hervor: »Neulich liess ich aus einem grossen Zermatter Krystalle, welcher, wie immer, in Platten parallel zu den Flächen des Pseudowürfels ein pracht-

*) N. Jahrb. f. Min., Geol. etc. 1878, 43.

**) Hessenberg giebt freilich an, dass an dem von ihm zuerst untersuchten Krystalle vom Wildkreuzjoch bei Pfitsch ein schön gebildetes Kreuz mit Ringsystem auf der Würfelfläche beobachtet wurde (Min. Notizen 1871, Nr. 10, S. 38).

***) l. c. S. 372.

volles Ringsystem zeigte, eine Platte parallel einer Dodekaëderfläche schneiden. Diese ergab regelmässige Curven (Lemniscaten), welche auf stark divergirende Axen hindeuten. Ich glaubte nun die Frage gelöst in ähnlichem Sinne wie für den Boracit. Doch es ergab sich, dass andere Platten, welche ich aus demselben Krystall parallel anderen (mit jener ersteren zu ein und derselben oktaëdrischen Ecke zusammenstossenden) Dodekaëderflächen schnitt, nichts derart zeigten und mich wieder in meine früheren Zweifel zurückwarfen. Es scheint, dass im Perowskit die Verwachsungen in einer so eigenthümlichen Weise erfolgen, dass jede auf Analogie gegründete Vorausbestimmung uns im Stiche lässt.«

In diesem Geständnisse, zu welchem sich Des Cloizeaux nach Anwendung der rein optischen Untersuchungsmethode gezwungen sah, lag für mich gewissermassen eine Aufforderung, den Perowskit hinsichtlich seines Verhaltens gegen Aetzmittel zu prüfen, und es ergab sich, wie aus dem Folgenden hervorgeht, zum mindesten das günstige Resultat, dass die an Krystallen verschiedener Fundorte gemachten Beobachtungen zu einer allgemeinen und verhältnissmässig einfachen Erklärung der Verwachsungen unseres Minerals führten.

Aus dem Umstande, dass auf den Flächen des scheinbaren Würfels nicht drei, sondern nur zwei verschiedene Arten von Aetzfiguren auftreten, folgt, dass dieselben nicht als solche der drei rhombischen Pinakoide, sondern als diejenigen eines Prismas von fast genau 90° und des basischen Pinakoides aufzufassen sind. Aus der Gestalt und Lage der Aetzeindrücke ergiebt sich weiter, ob sie den Flächen ∞P oder oP angehören: die mit Flusssäure erzeugten rhombisch gestalteten werden der Basis, die linienförmigen (welche, wie erwähnt, nur nach oben und unten, nicht aber nach rechts und links symmetrisch sind) können nur dem Prisma eigen sein. Die Flächen des scheinbaren Rhombendodekaëders sind also, wie Des Cloizeaux vermuthete, zu betrachten als diejenigen der Formen P, $\infty\bar{P}\infty$ und $\infty\breve{P}\infty$, die Flächen des Oktaëders als die der Formen $2\bar{P}\infty$ und $2\breve{P}\infty$.

Geht man von dieser, wie ich glaube, begründeten und noch durch die Beobachtung, dass die Auslöschungen der nach Obigem als oP zu bezeichnenden Theile der Würfelflächen diagonale sind, unterstützten Auffassung aus, so gelangt man ferner zu der Annahme zweier Zwillingsgesetze, deren Vorhandensein aus dem Auftreten verschiedener oder verschieden gelagerter Aetzeindrücke auf den scheinbaren Hexaëderflächen hervorgeht. Das erste, welches bei den Krystallen von Zermatt vorherrscht, lautet: Zwillingsebene ∞P, — das andere, welches bei denselben mehr zurücktritt: Zwillingsebene P. Bei der Verwachsung nach dem ersten Gesetze müssen die rhombischen Eindrücke in zwei Stellungen erscheinen, welche um 90° (resp. sehr nahe 90°) differiren. Theoretisch lässt sich voraussehen, dass auf diese Weise an ein Individuum I sich vier Individuen

II, II′, III und III′ anlagern können, von denen zwar II und II′, sowie III und III′, nicht aber II und III parallel sind, wenn auch letzteres Verhältniss dadurch verdeckt wird, dass der Prismenwinkel einem Rechten sehr nahe kommt. Die an I angelagerten Individuen II und III wechseln nun bei den Krystallen von Zermatt mit I in geradlinig (parallel $oP/\infty P$) begrenzten Lamellen ab, ganz ähnlich, wie es bei den polysynthetischen Aragonitzwillingen der Fall ist.

Zu dieser Verwachsung kommt nun diejenige nach *P*. Hier lässt sich voraussehen, dass zum Individuum I acht Individuen treten, von welchen je zwei in Wirklichkeit parallel, die um eine Polecke angelagerten vier aber nicht parallel sind. Freilich scheinen auch von diesen je zwei gegenüberliegende, wenn man sie sich in der Combination ∞P, oP, P denkt, parallel zu sein; dies ist jedoch nicht der Fall, vielmehr sind sie gegen einander um die Verticalaxe um 90° gedreht (s. auch Fig. 2 meiner Arbeit »über den Boracit« diese Zeitschr. **3**, Taf. VIII). Treten nun von diesen vier, zu I in Zwillingsstellung nach *P* befindlichen Individuen Theile oder Lamellen auf oP von I auf, so endigen sie daselbst in Flächen ∞P und zeigen linienförmige Eindrücke. Diese aber müssen in vier Stellungen erscheinen, wobei sie stets ihrer grössten Ausdehnung nach zwei Kanten $oP/\infty P$ parallel liegen, dabei aber entweder der einen oder der anderen von beiden ihre gekrümmte Seite zuwenden. Die einseitige Krümmung ist an den sehr kleinen Eindrücken, welche ich auf den Flächen der Krystalle von Zermatt erhielt, kaum oder gar nicht wahrnehmbar, die grösseren Vertiefungen der Krystalle von Achmatowsk hingegen (s. Fig. 3 und 5) zeigen sie oft recht deutlich. Fig. 1 giebt desshalb nur im Allgemeinen zwei zu einander senkrechte Stellungen der linienförmigen Aetzeindrücke wieder.

Nehmen wir die einfachsten Fälle der Zwillingsverwachsung nach beiden Gesetzen, stets bezogen auf das erste Individuum, an, so gelangen wir im Ganzen zu $1 + 2 + 4 = 7$ mit einander verbundenen Krystallen, von denen keiner dem anderen parallel ist; rechnen wir die parallelen hinzu, so steigt diese Zahl auf $1 + 4 + 8 = 13$.

Bei den Krystallen von Zermatt liegen die nach dem Aetzen mit linienförmigen Eindrücken bedeckten, in ∞P ausgehenden Lamellen häufig zwischen, nach dem Gesetze: Zwillingsebene ∞P, verbundenen Streifen gleichsam eingeklemmt und befinden sich dann zu beiden benachbarten Partien in Zwillingsstellung. Bezeichnen wir das eingeschlossene Individuum mit a, die beiden einschliessenden mit b und c, so sind die beiden *P*-Flächen, welche die Zwillingsebenen für die Verbindung von a mit b und von a mit c darstellen, einander nicht parallel. Dieselben schneiden sich vielmehr in einer Linie, welche parallel geht der Grenze, in welcher die beiden nach ∞P in Zwillingsstellung befindlichen Streifen von b und c da zusammenstossen, wo sie in directe Berührung mit einander treten. Zeigte sich eine

derartige abwechselnde Einschaltung von Partien mit linienförmigen Eindrücken zwischen solche mit rhombischen Vertiefungen mit einer gewissen Regelmässigkeit, so könnte die ganze Verwachsung auf das Zwillingsgesetz *P* mit Wiederholung zurückgeführt werden (vergl. unten bei den Krystallen von Achmatowsk). Dies ist jedoch für die Krystalle von Zermatt nicht statthaft.

b. Krystalle von Achmatowsk.

Diese schwarzen, völlig undurchsichtigen Krystalle erhielt ich durch die Güte des Herrn Prof. Groth aus der mineralogischen Sammlung der Universität zu Strassburg. Die Flächen derselben sind nur stellenweise ganz eben und glänzend, sonst gefurcht oder gestreift, letzteres parallel den Hexaëderkanten und manchmal kreuzweise. Nach etwa $^1/_2$—$^3/_4$ stündiger Behandlung mit wenig verdünnter wässriger Flusssäure lassen sie unter dem Mikroskop, bei auffallendem Lichte und etwa 100 facher Vergrösserung, sowohl die Aetzeindrücke, als auch die der Vertheilung derselben zu Grunde liegende mannigfache Zwillingsverwachsung deutlich erkennen. An einem grossen Krystallfragmente, welches, wie die übrigen, nur die scheinbaren Würfelflächen aufweist, erhielt ich die Aetzfiguren besonders schön. Die einzelnen kleineren, vor dem Aetzen vollkommen ebenen und glänzenden Stellen eignen sich natürlich am besten zur Beobachtung, und eine solche Partie des erwähnten Krystalles von circa 2 qmm Flächeninhalt, welche von den umliegenden Furchen theilweise parallel $\infty O \infty / \infty O \infty$ begrenzt wird, ist in Fig. 3 abgebildet.

Bei Betrachtung dieser Figur fällt sogleich auf, dass die dort dargestellten Verhältnisse wesentlich von denjenigen der Zermatter Krystalle abweichen. Während bei jenen der grösste Theil der vorzugsweise ausgebildeten glänzenden scheinbaren Würfelfläche von Streifen eingenommen ist, welche nach dem Zwillingsgesetze ∞P in Verbindung stehen, und die nach *P* verwachsenen schmalen Partien nur gleichsam eingestreut erscheinen, finden wir in Fig. 3 beiderlei Eindrücke in etwa gleicher Stärke vertreten, wobei dieselben auf den auf einander folgenden Lamellen fast regelmässig abwechseln. Die rhombischen Vertiefungen einer Stellung bedecken sogar nur zwei schmale Streifen. Das Zwillingsgesetz *P* herrscht also hier entschieden vor. Die linienförmigen Eindrücke erscheinen besonders deutlich ausgebildet und lassen bestimmt erkennen, dass ihnen eine den rhombischen Prismenflächen entsprechende Symmetrie eigen ist. Sie sind an einer Seite convex (— die Krümmung ist wohl auf eine Verschmelzung dreier gerader Linien zurückzuführen —), an der gegenüberliegenden geradlinig begrenzt. Ihrer grössten Ausdehnung nach liegen sie stets einer scheinbaren Würfelkante parallel, und da die Verwachsung dem Zwillingsgesetze *P* folgend nach vier Flächen stattfinden kann, so sind vier Stellungen möglich. Auf dem in Fig. 3 dargestellten Flächenstücke er-

scheinen sie nur in drei Stellungen, sie wenden die convexe Seite entweder nach oben, nach unten oder nach rechts. Die vierte mögliche Lage kommt hier nicht vor. Zuweilen berühren sich auch Partien mit verschieden gerichteten linienförmigen Aetzfiguren in unregelmässig gekrümmten Linien. Dies ist wohl nicht so aufzufassen, als ob solche Partien zu einander in Zwillingsstellung sich befänden; sie sind jede für sich einem mit rhombischen Vertiefungen bedeckten Flächentheile oP, nach dem Gesetze: Zwillingsebene P, an- oder vielleicht auch in dünner Schicht aufgelagert. Nur an zwei Stellen stossen in Fig. 3 rhombische Vertiefungen verschiedener Lage zusammen, und dort sind dazu die betreffenden beiden Lamellen jederseits von Partien mit linienförmigen Eindrücken eingefasst. Man sieht leicht ein, dass in solchen Fällen das Zwillingsgesetz P vollkommen ausreicht, um die Verwachsung zu erklären, indem die beiden in oP endigenden Streifen als nach jenem Gesetze zu den angrenzenden Theilen in Zwillingsstellung befindlich betrachtet werden können. Nur wenn sich wenigstens drei neben einanderliegende und mit rhombischen Vertiefungen in abwechselnder Stellung bedeckte Lamellen zeigen, kann auch hier eine Verwachsung nach dem Zwillingsgesetze ∞P mit Bestimmtheit angenommen werden. Diesen Fall habe ich denn auch an einer anderen Stelle des Krystalles, wovon Fig. 3 ein Flächenstück darstellt, beobachtet. Jedenfalls ist er aber bei den in Rede stehenden Krystallen von Achmatowsk verhältnissmässig selten.

Zuweilen wechseln die den Flächen ∞P eigenen Vertiefungen in verschiedenen Stellungen auf dicht gedrängten Flächenstücken vielfach mit einander ab. Dabei verlaufen die Grenzen zwischen den benachbarten und zu jenen Grenzen symmetrisch liegenden Theilen nicht krumm-, sondern geradlinig. In einem solchen Falle, wo alle vier verschiedene Stellungen der genannten Eindrücke auftreten, beobachtete ich eine ausgezeichnete Gitterbildung, indem sich zwei Lamellensysteme kreuzen, ohne dass jedoch hierbei eine Durchdringung (Vermischung verschieden gelagerter Theile) stattfindet. Die betreffende Stelle ist so lehrreich, dass ich versucht habe, sie in Fig. 5 in etwa 100facher Vergrösserung wenigstens im Wesentlichen naturgetreu abzubilden. Die daselbst herrschende sehr complicirte Zwillingsbildung machte es unmöglich, eine portraitähnliche Zeichnung zu liefern. Die geradlinigen Zwillingsgrenzen gehen theils den Diagonalen, theils den Seiten der scheinbaren Würfelfläche parallel. Im ersteren Falle lassen sie deutlich das Gesetz: Zwillingsebene P erkennen, bei welchem die Zwillingsgrenzen zwischen den in eine Ebene fallenden Theilen von ∞P beider Individuen parallel den Diagonalen verlaufen müssen, falls überhaupt Zwillingsebene und Verwachsungsfläche identisch sind. Die Grenzen parallel den Kanten, welche Flächentheile mit entgegengesetzt liegenden, aber nicht zu einander senkrechten Aetzeindrücken trennen, können für

sich betrachtet auf das Gesetz ∞P zurückgeführt werden, wovon man sich am leichtesten bei Zuhülfenahme zweier mit aufgezeichneten Aetzfiguren versehener Modelle überzeugen kann. Indess ist die Hinzuziehung dieses Gesetzes nicht nothwendig, indem sich die verschiedenen Stellungen sämmtlich bei Annahme nur des ersten Gesetzes: Zwillingsebene P, ungezwungen erklären lassen. — Bekanntlich weisen die Krystalle von Achmatowsk auf den scheinbaren Würfelflächen häufig eine kreuzförmige, den Würfelkanten parallel gehende Streifung auf. Ist dieselbe ganz gleichmässig ausgebildet, so zerfällt die quadratische Fläche hierdurch in vier dreiseitige Sectoren, wovon also je zwei gegenüberliegende in gleicher Richtung gestreift sind. Diese Streifung war neben den Zickzacklinien auf den Dodekaëderflächen einzelner Krystalle ein Hauptgrund dafür, dass v. Kokscharow die scheinbaren Perowskitwürfel für Sechslinge mit Durchkreuzung hielt. Nach meinen Beobachtungen ist es aber zweifelhaft, ob die Streifung überhaupt in einem ursächlichen Zusammenhange mit der Zwillingsbildung steht. Es mag zwar sein, dass zuweilen die Zwillingsgrenze, wenigstens stellenweise, mit den Grenzen jener Sectoren zusammenfällt, indess habe ich namentlich an einem Krystalle beobachtet, dass die Zwillingslamellen diagonal über jene Streifung hinwegsetzen, also beide Erscheinungen in keinem directen Zusammenhange stehen. Die betreffende Fläche eines mit Flusssäure geätzten Krystalles von Achmatowsk ist in Fig. 4 abgebildet. Die Streifung ist durch ausgezogene Linien dargestellt. Ganz unabhängig davon überziehen namentlich den linken unteren Theil der Fläche sehr markirte Lamellen, welche theils schraffirt, theils punktirt gezeichnet sind. Erstere sind nach ihrem Verhalten im reflectirten Lichte zu urtheilen mit (hier sehr kleinen) linearen Vertiefungen in der Richtung der Horizontalen, letztere mit solchen in der Richtung der Verticalen bedeckt. Im Uebrigen erscheint die Fläche im reflectirten Lichte einfach. Vielleicht trägt sie daselbst rhombische Vertiefungen einer Stellung, was sich freilich wegen der sehr geringen Grösse der hier befindlichen Aetzfiguren selbst mikroskopisch nicht nachweisen lässt. Jedenfalls ersieht man aus Fig. 4, dass ein einfacher Zusammenhang zwischen der Zwillingsverwachsung und der kreuzförmigen Streifung auf den scheinbaren Würfelflächen des Perowskits nicht existirt. Ein gleiches Resultat ergab die mikroskopische Betrachtung eines geätzten Krystallfragmentes, an welchem eine Würfelfläche zwar mit einer sehr deutlichen, in einer diagonal verlaufenden Grenze zusammenstossenden, zweifachen Streifung versehen war, die Vertheilung der auf der betreffenden Fläche vorhandenen, verschiedenen und vielfach abwechselnden Aetzeindrücke jedoch hiervon ganz unabhängig erschien.

Die Streifung kann also nicht, wie es von v. Kokscharow geschieht, als Beweis für die Zwillingsverwachsung angesehen werden. Vielmehr ist die Zwillingsbildung in der Regel eine derartige, dass die mit einander

verwachsenen Individuen auf den Würfelflächen nicht als einzelne grössere und regelmässig begrenzte Flächensectoren, sondern als mannigfaltig abwechselnde und oft sehr schmale Partien auftreten.

c. Krystalle aus der Nikolaje-Maximilianowskoi Mineralgrube der Nasiamskischen Berge.

Diese Krystalle verdanke ich in Folge der freundlichen Vermittelung des Herrn v. Kokscharow der kaiserlichen mineralogischen Gesellschaft zu St. Petersburg, und kann ich nicht unterlassen, letzterer auch an dieser Stelle hierfür meinen herzlichsten Dank auszusprechen. Die betreffenden Krystalle sind braunschwarz bis schwarz, und unterscheiden sich von den vorigen wesentlich dadurch, dass sie in dünnen Schliffen gelb bis braun und durchsichtig werden, so dass sie unter dem Mikroskope im durchfallenden Lichte untersucht werden können. Da die der Basis entsprechenden Vertiefungen nach dem Aetzen mit Flusssäure an diesen Krystallen sehr deutlich ausgebildet erscheinen, so kann man die Gestalt derselben an solchen Schliffen genauer ermitteln. Es zeigt sich hierbei, dass die genannten Aetzfiguren in drei Formen auftreten 1) als scheinbar quadratisch gestaltete, wobei aber zwei gegenüberliegende vertiefte Kanten (der rhombischen Symmetrie gemäss) durch zwei Domenflächen abgestumpft sind, 2) als rhombische, einer Pyramide entsprechend, deren Durchschnitt mit der Fläche, auf welcher die Vertiefungen liegen, Winkel von circa 75° resp. 105° aufweist, 3) als rhombische, ähnlich den vorigen, aber mit einer Abstumpfung der beiden stumpfen Kanten, welche ebenso angeordnet ist, wie bei den erstgenannten Eindrücken.

Weniger vollkommen als die rhombischen sind hier die linearen Vertiefungen, doch lassen sie oft recht gut die den Flächen eines rhombischen Prismas entsprechende Symmetrie erkennen. Aehnlich wie bei den Krystallen von Achmatowsk treten verhältnissmässig selten verschieden gelagerte rhombische Vertiefungen neben einander auf, viel häufiger wechseln rhombische mit linearen Eindrücken ab. Zuweilen stossen auch lineare Aetzfiguren verschiedener Stellung zusammen. Ein gutes Beispiel für die Art der Verwachsung bei dem in Rede stehenden Vorkommen bietet der in Fig. 6 abgebildete, mit Flusssäure geätzte Krystall. Derselbe zeigt neben den scheinbaren Würfelflächen auch solche, welche Pyramidenwürfeln entsprechen würden. In der Figur sind deren nur zwei wiedergegeben, welche besonders markirte Zwillingsstreifung aufweisen. Dieselben sind im Verhältniss zu den Würfelflächen grösser gezeichnet, um die Deutlichkeit der Figur zu erhöhen. Die eine dieser Flächen a gab wegen ihrer ungünstigen Beschaffenheit bei der Messung des mit der oberen Würfelfläche gebildeten Winkels drei Reflexe, wovon der deutlichste, welcher nach Zudeckung der weniger glänzenden Stellen übrig blieb, den Werth 35° 22′ lieferte. Aus ihm lässt sich das dem regulären System entsprechende Symbol

$\infty O\frac{7}{5}$ (berechnet 35° 32′) ableiten. Die andere rechts gelegene Fläche b ergab für den mit der oberen Würfelfläche gebildeten Winkel den Werth 39° 34′, welchem das Symbol $\infty O\frac{6}{5}$ (berechnet 39° 48′) entsprechen würde. Doch kann hier wegen der ungünstigen Beschaffenheit der betreffenden, sowie der anstossenden Würfelflächen, noch mehr wie bei der Fläche a, der gefundene Werth resp. das daraus abgeleitete Symbol nur zur Orientirung dienen.

Was nun die auf den scheinbaren Würfelflächen auftretenden Zwillingsgrenzen betrifft, so verlaufen dieselben entweder (und meist) mehr oder weniger genau parallel einer Würfelkante oder parallel einer Diagonale, ausnahmsweise auch unregelmässig. Die Streifen parallel den Hexaëderkanten sind häufig dicht gedrängt, so beobachtete ich auf einer Strecke von 2 mm (bei α) unter dem Mikroskop an 35 derselben. Auf diesen Streifen wechseln sowohl, und zwar in der Regel rhombische Eindrücke mit linearen, als auch rhombische Eindrücke verschiedener Stellung mit einander ab. Im letzteren Falle folgen einander zwei bis vier derartige Streifen, so dass man mit Recht beide Zwillingsgesetze annehmen kann. An den diagonalen Zwillingsgrenzen stossen lineare Vertiefungen verschiedener Stellung zusammen. Auf a tritt eine grosse Zahl von Zwillingsgrenzen in zwei zu einander senkrechten Richtungen auf, an einer Stelle (bei β) konnte ich auf einer Strecke von 0,2 mm deren 30 zählen. Die Fortsetzung einiger Streifen von einer auf eine andere Würfelfläche über die Fläche b lässt die pyramidale Lage der betreffenden Einschaltungen (parallel einer scheinbaren Dodekaëderfläche) deutlich erkennen. Aetzeindrücke, welche so gross und so vollkommen ausgebildet gewesen wären, dass sie eine genauere Ermittelung ihrer Form zugelassen hätten, konnte ich weder auf a noch auf b beobachten. Im Allgemeinen nähern sich die in Rede stehenden Krystalle hinsichtlich ihres Zwillingsbaues denjenigen von Achmatowsk. Bei beiden herrscht das Zwillingsgesetz P unbedingt vor, und beide bilden desshalb einen auffallenden Gegensatz zu dem Zermatter Vorkommen.

Im Vorhergehenden ist, wie ich glaube, der Beweis für die rhombische Natur der besprochenen Varietäten des Perowskits erbracht worden. Darnach sind, wie schon bemerkt, die Flächen des scheinbaren Würfels als solche von ∞P und oP, die des Dodekaëders als solche von P, $\infty\bar{P}\infty$ und $\infty\breve{P}\infty$, endlich die des Oktaëders als den Formen $2\bar{P}\infty$ und $2\breve{P}\infty$ angehörig zu betrachten. Unter dieser Annahme kommt man für den Perowskit zu dem Axenverhältniss 1 : 1 : 0,70711. Da die Complication der Zwillingsverwachsung stets eine so grosse ist, und anderseits die meisten Flächen in der Regel unvollzählig auftreten, so ist es noch unmöglich, im einzelnen festzustellen, welche dem rhombischen System entsprechende Symbole den übrigen Formen, wie sie namentlich in den Zonen $\infty P/\infty P$ und

$\infty P/oP$ als scheinbare Tetrakishexaëder erscheinen, zukommen. Die bezügliche Umrechnung musste desshalb einstweilen unterbleiben.

Es liegt nahe, Beziehungen aufzusuchen zwischen den Winkelwerthen und dem Axenverhältnisse des Perowskits und denjenigen anderer Mineralien, welche eine analoge chemische Constitution besitzen. Als solche darf man wohl alle diejenigen betrachten, in welchen das Calcium der Verbindung $CaTiO_3$ durch ein anderes zweiwerthiges Metall, wie Strontium, Magnesium, Eisen, oder das Titan durch ein der gleichen Reihe (C, Si, Ti, Sn) angehöriges vierwerthiges Element ersetzt ist, oder worin beides zugleich stattfindet. Hierhin gehören z. B. Aragonit, Strontianit, Witherit, Enstatit und Hypersthen. Dieselben besitzen folgendes rhombische Axenverhältniss:

Aragonit ($CaCO_3$)	$a : b : c$	$= 0,6228 : 1 : 0,7207$
Strontianit ($SrCO_3$)	-	$= 0,6089 : 1 : 0,7237$
Witherit ($BaCO_3$)	-	$= 0,5949 : 1 : 0,7413$
Enstatit ($MgSiO_3$) Hypersthen ($[Mg, Fe]SiO_3$) }	-	$= 0,9713 : 1 : 0,5699$
Perowskit ($CaTiO_3$)	$a : b : c$	$= 1 : 1 : 0,70711$

Wenn nun auch ein eigentlicher Isomorphismus zwischen dem Perowskit und einem der angeführten Mineralien nicht stattfindet, so glaube ich doch, darauf aufmerksam machen zu sollen, dass bei den drei ersten Mineralien und insbesondere bei dem dem Perowskit am nächsten stehenden Aragonit das Verhältniss $b : c$ demjenigen beim Perowskit sehr nahe kommt, während beim Hypersthen und Perowskit das Verhältniss $a : b$ fast gleich ist. Dem entsprechend finden wir beim Aragonit die Polkante von $2\breve{P}\infty$ zu $69^0\ 30'$ (was schon Hauy an das reguläre Oktaëder erinnerte), beim Perowskit zu $70^0\ 32'$; anderseits beträgt der Prismenwinkel $\infty P/\infty P$ beim Hypersthen (nach vom Rath) $91^0\ 40'$, beim Perowskit 90^0. Vielleicht darf man annehmen, dass bei der Ersetzung des Titans durch Kohlenstoff das Verhältniss der Axen b und c fast unverändert bleibt, während dasjenige der Axen a und b sich ändert, sowie dass bei der Vertretung jenes Elementes durch Silicium letzteres Verhältniss fast gleich bleibt, dafür aber das erstere modificirt wird.

Ausser den genannten rhombischen giebt es noch eine andere Gruppe von Mineralien, welche ihrer chemischen Zusammensetzung nach eine Beziehung zum Perowskit erkennen lassen. Es sind dies namentlich Kalkspath, Magnesit, Eisenspath, Titaneisen und Eisenglanz.

Kalkspath ($CaCO_3$)	$a : c$	$= 1 : 0,8543$
Magnesit ($MgCO_3$)	-	$= 1 : 0,8095$
Eisenspath ($FeCO_3$)	-	$= 1 : 0,817$
Titaneisen ($[Fe, Mg]TiO_3$) ($FeTiO_3$) }	-	$= 1 : 1,360$
Eisenglanz ($FeFeO_3$)	-	$= 1 : 1,359$

Die Berechtigung, diese Mineralien zu einer Gruppe zusammenzustellen, ergiebt sich einerseits aus dem Isomorphismus des Eisenglanzes und des Titaneisens und anderseits aus der Existenz eines Titaneisens von der Formel $Fe\,Ti\,O_3 + Mg\,Ti\,O_3$ (von Layton's Farm in New-York), welches gewissermassen als aus einem Molekül Magnesit und einem Molekül Eisenspath bestehend angesehen werden kann, in denen beiden das Kohlenstoffatom durch ein Atom Titan ersetzt ist. Nun steht der Eisenspath zu dem magnesia- und eisenoxydfreien Titaneisen (Kibdelophan) in demselben Verhältnisse, wie der Aragonit zu dem Perowskit:

Aragonit	$Ca\,C\,O_3$	Eisenspath	$Fe\,C\,O_3$
Perowskit	$Ca\,Ti\,O_3$	Titaneisen	$Fe\,Ti\,O_3$

Will man eine krystallographische Beziehung zwischen den drei ersten und den beiden letzten Gliedern obiger Reihe aufsuchen, so muss man die Hauptaxenlängen mit einander vergleichen. Ein solcher Vergleich ergiebt nun für die einander am nächsten stehenden $Fe\,C\,O_3$ und $Fe\,Ti\,O_3$, dass sich die Hauptaxe des ersteren zu der des letzteren genau verhält wie 3 : 5, denn es ist $0{,}817 = 3 : 0{,}2723$ und $1{,}360 = 5 : 0{,}2720$. Es wäre demnach leicht, die Formen des Titaneisens auf das Axensystem des Eisenspaths zurückzuführen. Ganz ähnlich ist, um verwandte Erscheinungen zu nennen, das Verhältniss zwischen den hexagonal-tetartoëdrischen Körpern Dioptas $[(H_2\,Cu)\,Si\,O_4]$ 1 : 0,5281 und Phenakit $(Be_2\,Si\,O_4)$ 1 : 0,6611, bei welchen zwar kein eigentlicher Isomorphismus, wohl aber (worauf Rammelsberg aufmerksam machte), die Beziehung stattfindet, dass sich verhält 0,5281 : 0,6611 = 4 : 5. Es ist nämlich $0{,}5281 = 4 \cdot 0{,}132025$ und $0{,}6611 = 5 \cdot 0{,}13222$. Ein weiteres Beispiel liefern*) der monokline Schwefel mit dem Axenverhältniss $a : b : c = 0{,}99 : 1 : 1{,}00$ und $\beta = 84^0\,14'$ und das ebenfalls monokline Selen mit dem Axenverhältniss 0,99 : 1 : 1,27 und $\beta = 89^0\,15'$. Die Axen a sind dabei so nahe gleich, dass das verticale Prisma beider nur um 2′ differirt, während die Axen c sich verhalten wie 4 : 5.

Es dürfte hiernach gerechtfertigt sein, die Mineralien Kalkspath, Magnesit, Eisenspath, Titaneisen und Eisenglanz als eine in gewissem Sinne zusammengehörige und den zuerst genannten, Aragonit, Strontianit, Witherit, Enstatit, Hypersthen und Perowskit, entsprechende Gruppe anzusehen. Ich will jedoch nicht unterlassen, zu bemerken, dass ich vorstehender Betrachtung keinen höheren Werth beilege, als sie nach ihrer immerhin noch unsicheren Grundlage beanspruchen kann.

---

*) Rammelsberg, Ber. d. deutschen chem. Gesellschaft, 1874, S. 669.

XIII. Correspondenzen, Notizen und Auszüge.

1. Th. Liebisch (in Berlin): **Zur Lehre von den Krystallzwillingen.** In dieser Zeitschr. **2**, 85 habe ich die Aufgabe behandelt: wenn die Elemente eines Krystalles, die Indices der Zwillingsebene und die Indices einer Fläche des einen Individuums gegeben sind, die Indices der correspondirenden Fläche des anderen Individuums bezogen auf das Axensystem des ersten Individuums zu berechnen. Man kann den Transformationsgleichungen, welche diese Aufgabe lösen, mannigfache Formen ertheilen, doch muss man offenbar stets umkehrbare Gleichungen erhalten. Die Umkehrbarkeit der von mir aufgestellten Transformationsgleichungen habe ich a. a. O. S. 86 dargethan. Es liegt die Aufforderung nahe, eine Form der Transformationsgleichungen zu suchen, welche die Eigenschaft der Umkehrbarkeit schon auf den ersten Blick erkennen lässt. Zu einer solchen Form gelangt man auf dem folgenden Wege.

Sind $h = \{h_1 h_2 h_3\}$, $h' = \{h'_1 h'_2 h'_3\}$, $h'' = \{h''_1 h''_2 h''_3\}$ drei tautozonale Flächen, so kann man die Verhältnisse der Indices der Fläche h durch die Indices der Flächen h', h'' und eine rationale Zahl $\frac{\lambda''}{\lambda'}$, welche mit der Fläche h variirt, darstellen:

$$(1) \qquad h_1 : h_2 : h_3 = \lambda' h'_1 + \lambda'' h''_1 : \lambda' h'_2 + \lambda'' h''_2 : \lambda' h'_3 + \lambda'' h''_3.$$

Hieraus folgt:

$$(2) \qquad -\frac{\lambda''}{\lambda'} = \frac{h_2 h'_3 - h_3 h'_2}{h_2 h''_3 - h_3 h''_2} = \frac{h_3 h'_1 - h_1 h'_3}{h_3 h''_1 - h_1 h''_3} = \frac{h_1 h'_2 - h_2 h'_1}{h_1 h''_2 - h_2 h''_1}$$

oder symbolisch:

$$-\frac{\lambda''}{\lambda'} = \frac{(h h')_i}{(h h'')_i} \quad (i = 1, 2, 3)$$

Die geometrische Bedeutung der Zahl $\frac{\lambda''}{\lambda'}$ ergiebt sich aus (2), wenn man die Flächen m_1, m_2, m_3 der Zone $[h, h', h'']$, welche den Axen des Krystalls parallel gehen:

$$m_1 = \{0\,(h' h'')_3\,\overline{(h' h'')_2}\} = \{0\,(h'' h)_3\,\overline{(h'' h)_2}\} = \{0\,(h h')_3\,\overline{(h h')_2}\}$$
$$m_2 = \{\overline{(h' h'')_3}\,0\,(h' h'')_1\} = \{\overline{(h'' h)_3}\,0\,(h'' h)_1\} = \{\overline{(h h')_3}\,0\,(h h')_1\}$$
$$m_3 = \{(h' h'')_2\,\overline{(h' h'')_1}\,0\} = \{(h'' h)_2\,\overline{(h'' h)_1}\,0\} = \{(h h')_2\,\overline{(h h')_1}\,0\}$$

einführt. Man findet dann:

$$(3) \quad -\frac{\lambda''}{\lambda'} = \frac{h'_1}{h''_1} \frac{\sin(m_1 h'')}{\sin(m_1 h')} \frac{\sin(h h')}{\sin(h h'')} = \frac{h'_2}{h''_2} \frac{\sin(m_2 h'')}{\sin(m_2 h')} \frac{\sin(h h')}{\sin(h h'')} = \frac{h'_3}{h''_3} \frac{\sin(m_3 h'')}{\sin(m_3 h')} \frac{\sin(h h')}{\sin(h h'')}$$

Aus (3) folgt:

$$(4)\qquad \frac{h'_1}{h''_1} : \frac{h'_2}{h''_2} : \frac{h'_3}{h''_3} = \frac{\sin(h'm_1)}{\sin(h''m_1)} : \frac{\sin(h'm_2)}{\sin(h''m_2)} : \frac{\sin(h'm_3)}{\sin(h''m_3)}$$

d. h. die Quotienten aus entsprechenden Indices zweier Flächen eines Krystalles verhalten sich unter einander wie die Quotienten aus den Sinus entsprechender Winkel, welche die beiden Flächen mit den, zu den Krystallaxen parallelen Flächen ihrer Zone einschliessen.

Aus diesem, so viel ich weiss, bisher noch nicht ausgesprochenen Satze fliesst als ein specieller Fall die gesuchte Beziehung zwischen den Indices correspondirender Flächen eines Krystallzwillings, dessen Flächen sämmtlich auf das Axensystem eines seiner Individuen bezogen werden. Bedeutet nämlich h die Zwillingsebene, h' eine Fläche des ersten Individuums, h'' die ihr correspondirende Fläche des zweiten Individuums, so ist:

$$(h'h) = (hh'')$$
$$(h'm_i) = (h'h) + (hm_i), \quad (h''m_i) = (h''h) + (hm_i)$$

folglich:

$$(5)\qquad \frac{h'_1}{h''_1} : \frac{h'_2}{h''_2} : \frac{h'_3}{h''_3} = \frac{\sin\{(hh')-(hm_1)\}}{\sin\{(hh')+(hm_1)\}} : \frac{\sin\{(hh')-(hm_2)\}}{\sin\{(hh')+(hm_2)\}} : \frac{\sin\{(hh')-(hm_3)\}}{\sin\{(hh')+(hm_3)\}}$$
$$= \frac{\sin\{(hh'')+(hm_1)\}}{\sin\{(hh'')-(hm_1)\}} : \frac{\sin\{(hh'')+(hm_2)\}}{\sin\{(hh'')-(hm_2)\}} : \frac{\sin\{(hh'')+(hm_3)\}}{\sin\{(hh'')-(hm_3)\}}$$

Die Transformationsgleichungen und deren Umkehrungen lauten also:

$$(6)\qquad \begin{aligned} \varsigma h'_1 &= h''_1 \frac{\sin\{(hh'')+(hm_1)\}}{\sin\{(hh'')-(hm_1)\}} = h''_1 \frac{\tan(hh'')+\tan(hm_1)}{\tan(hh'')-\tan(hm_1)} \\ \varsigma h'_2 &= h''_2 \frac{\sin\{(hh'')+(hm_2)\}}{\sin\{(hh'')-(hm_2)\}} = h''_2 \frac{\tan(hh'')+\tan(hm_2)}{\tan(hh'')-\tan(hm_2)} \\ \varsigma h'_3 &= h''_3 \frac{\sin\{(hh'')+(hm_3)\}}{\sin\{(hh'')-(hm_3)\}} = h''_3 \frac{\tan(hh'')+\tan(hm_3)}{\tan(hh'')-\tan(hm_3)} \end{aligned}$$

$$(7)\qquad \begin{aligned} \sigma h''_1 &= h'_1 \frac{\sin\{(hh')+(hm_1)\}}{\sin\{(hh')-(hm_1)\}} = h'_1 \frac{\tan(hh')+\tan(hm_1)}{\tan(hh')-\tan(hm_1)} \\ \sigma h''_2 &= h'_2 \frac{\sin\{(hh')+(hm_2)\}}{\sin\{(hh')-(hm_2)\}} = h'_2 \frac{\tan(hh')+\tan(hm_2)}{\tan(hh')-\tan(hm_2)} \\ \sigma h''_3 &= h'_3 \frac{\sin\{(hh')+(hm_3)\}}{\sin\{(hh')-(hm_3)\}} = h'_3 \frac{\tan(hh')+\tan(hm_3)}{\tan(hh')-\tan(hm_3)} \end{aligned}$$

Ich will nicht unterlassen, zu bemerken, dass man die Gleichungen (5) und damit (6) und (7) auch aus den von E. Reusch auf einem anderen Wege gewonnenen Transformationsgleichungen ableiten kann. Nach E. Reusch*) ist:

$$(a)\qquad \frac{\dfrac{h''_1}{h''_3} - \dfrac{h_1}{h_3}}{\dfrac{h'_1}{h'_3} - \dfrac{h_1}{h_3}} = \frac{\dfrac{h''_2}{h''_3} - \dfrac{h_2}{h_3}}{\dfrac{h'_2}{h'_3} - \dfrac{h_2}{h_3}} = \frac{\sin\{(hh')-(hm_3)\}}{\sin\{(hh')+(hm_3)\}}$$

---

*) Pogg. Ann. 1872, **147**, 577.

$$(b) \qquad \frac{\frac{h''_2}{h''_1} - \frac{h_2}{h_1}}{\frac{h'_2}{h'_1} - \frac{h_2}{h_1}} = \frac{\frac{h''_3}{h''_1} - \frac{h_3}{h_1}}{\frac{h'_3}{h'_1} - \frac{h_3}{h_1}} = \frac{\sin\{(hh') - (hm_1)\}}{\sin\{(hh') + (hm_1)\}}$$

$$(c) \qquad \frac{\frac{h''_1}{h''_2} - \frac{h_1}{h_2}}{\frac{h'_1}{h'_2} - \frac{h_1}{h_2}} = \frac{\frac{h''_3}{h''_2} - \frac{h_3}{h_2}}{\frac{h'_3}{h'_2} - \frac{h_3}{h_2}} = \frac{\sin\{(hh') - (hm_2)\}}{\sin\{(hh') + (hm_2)\}}$$

Mit Benutzung der schon oben erwähnten symbolischen Bezeichnungsweise gewinnen die linken Seiten dieser Gleichungen folgende Formen:

$$(a') \qquad \frac{(h''h)_2}{(h'h)_2} \cdot \frac{h'_3}{h''_3} = \frac{(h''h)_1}{(h'h)_1} \cdot \frac{h'_3}{h''_3}$$

$$(b') \qquad \frac{(h''h)_3}{(h'h)_3} \cdot \frac{h'_1}{h''_1} = \frac{(h''h)_2}{(h'h)_2} \cdot \frac{h'_1}{h''_1}$$

$$(c') \qquad \frac{(h''h)_3}{(h'h)_3} \cdot \frac{h'_2}{h''_2} = \frac{(h''h)_1}{(h'h)_1} \cdot \frac{h'_2}{h''_2}$$

Aus (a') und (b') folgt:

$$(d) \qquad \frac{h'_1}{h''_1} : \frac{h'_3}{h''_3} = \frac{\sin\{(hh') - (hm_1)\}}{\sin\{(hh') + (hm_1)\}} : \frac{\sin\{(hh') - (hm_3)\}}{\sin\{(hh') + (hm_3)\}}$$

aus (a') und (c') ergiebt sich:

$$(e) \qquad \frac{h'_2}{h''_2} : \frac{h'_3}{h''_3} = \frac{\sin\{(hh') - (hm_2)\}}{\sin\{(hh') + (hm_2)\}} : \frac{\sin\{(hh') - (hm_3)\}}{\sin\{(hh') + (hm_3)\}}$$

Aus (d) und (e) erhält man endlich die Gleichung (5).

2. M. Websky (in Berlin): **Ueber die Relation der Winkel zwischen vier Krystallflächen in einer Zone und die der Winkel zwischen vier Kanten in einer Fläche.** Monatsber. Berlin. Akad. 17. Jan. 1876, S. 4—21.

Derselbe: Ueber die Wahl der Projections-Axen in einer Normalen-Projection für triklinische Krystalle. ib. 13. Febr. 1879, S. 124—132.

Derselbe: Ueber Krystallberechnung im triklinischen System. ib. 3. April 1879, S. 339—364.

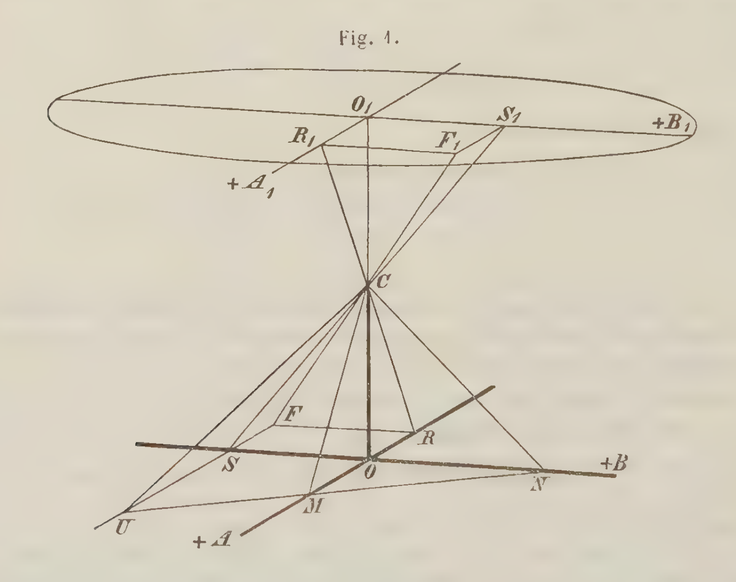
Bekanntlich hat H. W. Miller eine Relation zwischen dem Doppelverhältniss und den Indices von vier Elementen eines Flächen- oder Kantenbüschels entdeckt, und mit Erfolg zur Lösung von Aufgaben der Krystallberechnung benutzt. Allein die von ihm veröffentlichten und später in die Lehrbücher von Grailich, v. Lang, Schrauf u. A. übergegangenen Darstellungen beschränken sich auf kurze Andeutungen und sind weit entfernt davon, die Fruchtbarkeit der Relation für die rechnende Krystallographie in das rechte Licht zu stellen. Die hier vorhandenen Lücken zu ergänzen, ist der Zweck der vorliegenden Abhandlungen. Der Verf. derselben zeigt, wie sich mit Hülfe der Miller'schen Relation der Zahlenaufwand, den die Berechnung asymmetrischer Krystalle erfordert, weiter reduciren lässt als durch irgend eine andere hierfür in Vorschlag gebrachte Methode. Dieser Vortheil wird dadurch erreicht, dass die Rechnung

ausschliesslich zonenweise geführt wird, also in Wegen, deren sich die Beobachtung nothwendig, die Beschreibung zweckmässig bedient.

Der Verf. gewinnt für die in Rede stehende Relation eine neue Form, indem er den Fundamentalsatz der projectivischen Geometrie über die Gleichheit der Doppelverhältnisse von vier Ebenen (Geraden) eines Büschels und von vier Geraden (Punkten) eines ebenen Schnittes auf die Linearprojection resp. die F. E. Neumann'sche Normalenprojection eines asymmetrischen Krystalles anwendet. Die Benutzung der Normalenprojection setzt die Kenntniss des Satzes voraus, der angiebt, wie die Coordinaten $\mathfrak{m}$, $\mathfrak{n}$ des Flächenortes einer Fläche $f = \{hkl\}$ ausgedrückt werden durch die Axeneinheiten $OA : OB : OC = a : b : 1$, die Winkel zwischen den Krystallaxen im positiven Oktanten $(BO^\wedge OC) = \alpha$, $(CO^\wedge OA) = \beta$, den Winkel zwischen den Axenebenen $(AOC^\wedge BOC) = C$ und die Verhältnisse der Indices $\frac{h}{l} = \mu$, $\frac{k}{l} = \nu$. Von F. E. Neumann wurden nur rhombische Krystalle in Betracht gezogen (Beiträge zur Krystallonomie 1823, § 7 und 8); der Verf. giebt daher zunächst eine Erweiterung des Satzes auf monosymmetrische und asymmetrische Krystalle.

a. Rhombische Krystalle. Wird als Projectionsebene eine zur Symmetrieaxe OC normale, also der Symmetrieebene AB parallele und von dem Aus-

Fig. 1.



gangspunkte C der Normalen um die Längeneinheit $CO_1 = OC$ entfernte Ebene gewählt, und werden in dieser Ebene zu Coordinatenaxen die durch O_1 den Symmetrieaxen OA, OB parallel gehenden Graden genommen, so sind nach F. E. Neumann die Coordinaten des Flächenortes von f:

$$\mathfrak{m} = \frac{\mu}{a}, \quad \mathfrak{n} = \frac{\nu}{b}.$$

Die Richtigkeit dieses Satzes ergiebt sich aus der Betrachtung der Fig. 1, welche die Beziehung zwischen der Linearprojection in der Ebene AB und der

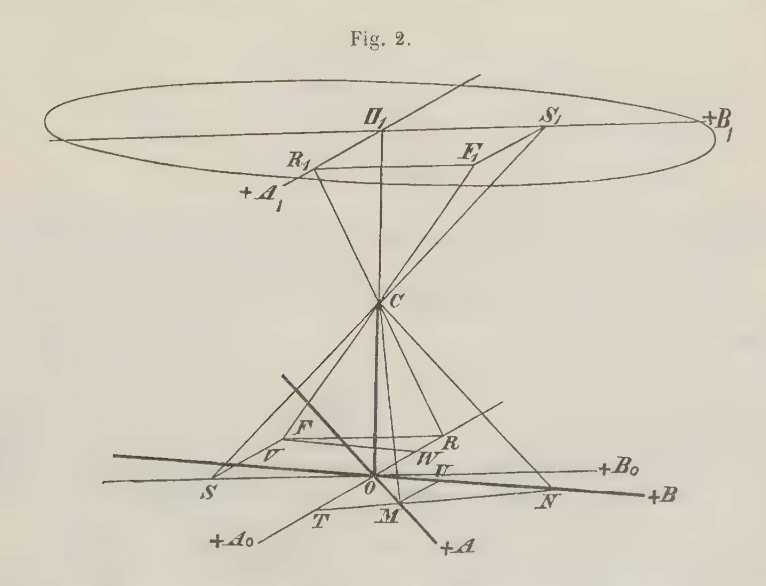
Normalenprojection in der Ebene $A_1 B_1$ veranschaulicht. Durch den um O_1 beschriebenen Kreis soll die Ebene $A_1 B_1$ angedeutet werden. Die durch C parallel zu f gelegte Ebene erzeuge auf AO, OB die Abschnitte $OM = \frac{a}{\mu}$, $ON = \frac{b}{\nu}$; die in C auf ihr errichtete Normale durchstosse die Ebenen AB, A_1B_1 in F, F_1. Dann sind die Coordinaten von F_1 in der Ebene A_1B_1 entgegengesetzt gleich den Coordinaten von F in der Ebene AB. Die Normalen CO und CF der Ebenen AB und CMN bestimmen eine Ebene, welche auf der von den ersteren beiden Ebenen gebildeten Kante MN senkrecht steht und deren Durchschnittslinie mit jenen Ebenen ebenfalls senkrecht zu MN sind. Diese Durchschnittslinien bilden mit CF ein in C rechtwinkliges Dreieck, aus welchem hervorgeht, dass die Entfernung der Sectionslinie MN von O in der Linearprojection gleich $-\frac{1}{OF}$ oder gleich dem reciproken Werthe der Entfernung des Flächenortes F_1 von O_1 in der Normalenprojection ist. Hieraus folgt insbesondere, dass auch RCM und SCN in C rechtwinklige Dreiecke sind, denn CR, CS sind die Normalen der Flächen $\frac{a}{\mu} : \infty b : c$, $\infty a : \frac{b}{\nu} : c$. Demnach ist:

$$\mathfrak{m} = O_1 R_1 = -OR = \frac{1}{OM} = \frac{\mu}{a}$$

$$\mathfrak{n} = O_1 S_1 = -OS = \frac{1}{ON} = \frac{\nu}{b}$$

b. Monosymmetrische Krystalle. Wird als Projectionsebene eine zur Symmetrieaxe OC normale, also zur Symmetrieebene AB parallele und von dem

Fig. 2.



Ausgangspunkte C der Normalen um die Längeneinheit $CO_1 = OC$ entfernte Ebene gewählt und werden in dieser Ebene zu Coordinatenaxen die durch O_1

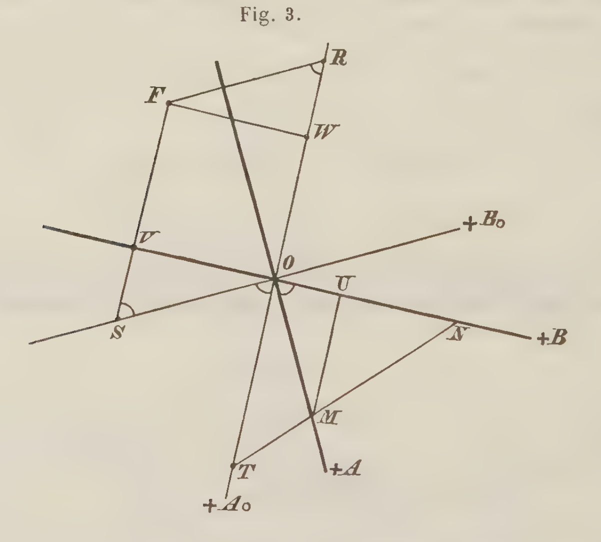
gehenden Normalen O_1A_1 und O_1B_1 der Axenebenen BOC und COA genommen, so sind die Coordinaten des Flächenortes von f:

$$\mathfrak{m} = \frac{\mu}{a \sin C}, \quad \mathfrak{n} = \frac{\nu}{b \sin C}$$

worin C den Axenebenenwinkel $(AOC^\wedge COB)$, der gleich dem Axenwinkel $(AO^\wedge OB)$ $= \gamma$ ist, bedeutet. Für diesen Satz giebt der Verf. folgenden Beweis. Es seien OA_0 und O_1A_1 normal zur Axenebene BOC, OB_0 und O_1B_1 normal zur Axenebene COA (s. Fig. 2, S. 205); O_1A_1 und O_1B_1 sollen die Coordinatenaxen in der Projectionsebene A_1B_1 sein. Betrachtet man OA_0, OB, OC als ein rechtwinkliges Axensystem, so erzeugt f die Axenabschnitte OT, ON, OC und die Coordinaten des Punktes F in Beziehung auf OA_0, OB sind:

$$OW = -\frac{1}{OT}, \quad OV = -\frac{1}{ON} = -\frac{\nu}{b}$$

Fig. 3.



Der Werth von OT ergiebt sich (s. Fig. 3) aus $OT : UM = ON : UN$ oder:

$$OT : \frac{a}{\mu} \sin C = \frac{b}{\nu} : \frac{b}{\nu} - \frac{a}{\mu} \cos C$$

so dass:

$$OT = \frac{\frac{a}{\mu}\frac{b}{\nu} \sin C}{\frac{b}{\nu} - \frac{a}{\mu} \cos C}$$

Nun sind die Coordinaten des Punktes F in Beziehung auf OA_0, OB_0 gleich OR, OS. Da Winkel $(FRO) = (FSO) = \gamma = C$ ist, so folgt:

$$OR = OW + WR = OW - \frac{\nu \cos C}{b \sin C} = -\frac{\mu}{a \sin C}$$

$$OS = \frac{OV}{\sin C} = -\frac{\nu}{b \sin C}$$

Demnach ist:

$$\mathfrak{m} = O_1 R_1 = -OR = \frac{\mu}{a \sin C}$$

$$\mathfrak{n} = O_1 S_1 = -OS = \frac{\nu}{b \sin C}$$

c. Asymmetrische Krystalle. Wird als Projectionsebene eine zur Axe OC senkrechte und von dem Ausgangspunkte C der Normalen um die Längeneinheit $CO_1 = OC$ entfernte Ebene gewählt, und werden in dieser Ebene zu Coordinatenaxen die durch O_1 gehenden Normalen $O_1 A_1$ und $O_1 B_1$ der Axenebenen BOC und COA genommen, so sind die Coordinaten des Flächenortes von f:

$$\mathfrak{m} = \frac{\mu}{a \sin \beta \sin C} - \frac{\cot \beta}{\sin C}$$

$$\mathfrak{n} = \frac{\nu}{b \sin \alpha \sin C} - \frac{\cot \alpha}{\sin C}$$

Dieses Resultat erhält der Verf., indem er 1) an Stelle der Axen OA und OB die in der Ebene AOC gelegene Normale OA_r von OC und die in der Ebene BOC gelegene Normale OB_r von OC als neue Axen einführt, wodurch das Symbol von f übergeht in:

$$f = \frac{a \sin \beta}{\mu - a \cos \beta} : \frac{b \sin \alpha}{\nu - b \cos \alpha} : 1$$

und 2) auf das transformirte Symbol von f den vorher für monosymmetrische Krystalle bewiesenen Satz anwendet.

Werden noch in der Projectionsebene die Coordinatenaxen parallel mit sich verschoben derart, dass der Anfangspunkt der Coordinaten nach dem Flächenort der Basis, dessen Coordinaten

$$-\frac{\cot \beta}{\sin C} \text{ und } -\frac{\cot \alpha}{\sin C}$$

sind, fällt, so werden hierdurch die Coordinaten des Flächenortes von f transformirt in:

$$\mathfrak{m}' = \frac{\mu}{a \sin \beta \sin C}, \quad \mathfrak{n}' = \frac{\nu}{b \sin \alpha \sin C}$$

Es ist leicht zu sehen, dass die Projectionsaxen in ihrer neuen Lage zusammenfallen mit den Zonenlinien derjenigen Zonen, deren Flächen den Krystallaxen OA resp. OB parallel gehen.

Sind F, F_1, F_2 die Flächenorte dreier tautozonaler Flächen f, f_1, f_2, so verhalten sich jetzt die Strecken:

$$(\mathfrak{A}) \qquad F_1 F_2 : F_1 F_3 = \mu_1 - \mu_2 : \mu_1 - \mu_3 = \nu_1 - \nu_2 : \nu_1 - \nu_3$$

Sind nun P, P_1, P_2, P_3 die Flächenorte von vier tautozonalen Flächen $f = \{hkl\}$, $f_1 = \{h_1 k_1 l_1\}$, $f_2 = \{h_2 k_2 l_2\}$, $f_3 = \{h_3 k_3 l_3\}$, so besteht nach dem Fundamentalsatz der projectivischen Geometrie Gleichheit zwischen den Doppelverhältnissen $(f f_1 f_2 f_3)$ und $(P P_1 P_2 P_3)$:

$$(1) \qquad \frac{\sin (f f_2)}{\sin (f_1 f_2)} : \frac{\sin (f f_3)}{\sin (f_1 f_3)} = \frac{PP_2}{P_1 P_2} : \frac{PP_3}{P_1 P_3}$$

Bezeichnet man den Winkel $(f f_1) = \eta_1$, $(f f_2) = \eta_2$, $(f f_3) = \eta_3$ und die Strecke $PP_1 = t_1$, $PP_2 = t_2$, $PP_3 = t_3$, so geht (1) über in:

(2) $$\frac{\sin \eta_2}{\sin(\eta_2 - \eta_1)} : \frac{\sin \eta_3}{\sin(\eta_3 - \eta_1)} = \frac{t_2}{t_2 - t_1} : \frac{t_3}{t_3 - t_1}$$

oder in:

(3) $$\frac{\cot \eta_1 - \cot \eta_2}{\cot \eta_1 - \cot \eta_3} = \frac{t_3}{t_2} \cdot \frac{t_1 - t_2}{t_1 - t_3}$$

Hieraus folgt:

$$t_1(t_2 - t_3)\cot \eta_1 + t_2(t_3 - t_1)\cot \eta_2 + t_3(t_1 - t_2)\cot \eta_3 = 0$$

oder, wenn man $t_2 - t_3 = (t_1 - t_3) + (t_2 - t_1)$ setzt:

$$(t_1 - t_3)(t_1 \cot \eta_1 - t_2 \cot \eta_2) - (t_1 - t_2)(t_1 \cot \eta_1 - t_3 \cot \eta_3) = 0$$

also auch:

(4) $$\frac{t_1 - t_2}{t_1 - t_3} = \frac{t_1 \cot \eta_1 - t_2 \cot \eta_2}{t_1 \cot \eta_1 - t_3 \cot \eta_3}$$

Nun ist nach $(\mathfrak{A})$, wenn σ einen Proportionalitätsfactor bedeutet:

$$\sigma t_1 = \mu - \mu_1 = \nu - \nu_1$$
$$\sigma t_2 = \mu - \mu_2 = \nu - \nu_2$$
$$\sigma t_3 = \mu - \mu_3 = \nu - \nu_3$$

Man erhält also aus (4):

(5) $$\frac{\mu_1 - \mu_2}{\mu_1 - \mu_3} = \frac{(\mu - \mu_1)\cot \eta_1 - (\mu - \mu_2)\cot \eta_2}{(\mu - \mu_1)\cot \eta_1 - (\mu - \mu_3)\cot \eta_3}$$
$$\frac{\nu_1 - \nu_2}{\nu_1 - \nu_3} = \frac{(\nu - \nu_1)\cot \eta_1 - (\nu - \nu_2)\cot \eta_2}{(\nu - \nu_1)\cot \eta_1 - (\nu - \nu_3)\cot \eta_3}$$

Mit Hülfe dieser Gleichungen, welche der Verf. der von Miller angegebenen Relation vorzieht, und die er als die Gleichungen der durch die drei Flächen f, f_1, f_2 bestimmten Zone bezeichnet, kann man 1) die Indices der Fläche f_3 berechnen, wenn die Indices von f, f_1, f_2 und die Winkel (ff_1), (ff_2), (ff_3) bekannt sind, 2) den Winkel (ff_3) berechnen, wenn die Indices von f, f_1, f_2, f_3 und die Winkel (ff_1), (ff_2) gegeben sind. Denn aus (5) folgt:

(6) $$\mu_3 = \frac{\mu_2(\mu_1 - \mu)\cot \eta_1 + \mu_1(\mu - \mu_2)\cot \eta_2 + \mu(\mu_2 - \mu_1)\cot \eta_3}{(\mu_1 - \mu)\cot \eta_1 + (\mu - \mu_2)\cot \eta_2 + (\mu_2 - \mu_1)\cot \eta_3}$$
$$\nu_3 = \frac{\nu_2(\nu_1 - \nu)\cot \eta_1 + \nu_1(\nu - \nu_2)\cot \eta_2 + \nu(\nu_2 - \nu_1)\cot \eta_3}{(\nu_1 - \nu)\cot \eta_1 + (\nu - \nu_2)\cot \eta_2 + (\nu_2 - \nu_1)\cot \eta_3}$$
$$\cot \eta_3 = \frac{\mu_2 - \mu_3}{\mu_3 - \mu} \cdot \frac{\mu_1 - \mu}{\mu_2 - \mu_1}\cot \eta_1 - \frac{\mu_1 - \mu_3}{\mu_3 - \mu} \cdot \frac{\mu_2 - \mu}{\mu_2 - \mu_1}\cot \eta_2$$
$$= \frac{\nu_2 - \nu_3}{\nu_3 - \nu} \cdot \frac{\nu_1 - \nu}{\nu_2 - \nu_1}\cot \eta_1 - \frac{\nu_1 - \nu_3}{\nu_3 - \nu} \cdot \frac{\nu_2 - \nu}{\nu_2 - \nu_1}\cot \eta_2$$

Aus der letzten Gleichung findet man insbesondere den Winkel η zwischen der Ausgangsnormale und der Normale der Fläche $\{l_1 h_2 - h_1 l_2 \cdot - k_1 l_2 + l_1 k_2 \cdot 0\}$ $= \{\mu_2 - \mu_1 \cdot \nu_2 - \nu_1 \cdot 0\}$, d. i. die Säulenfläche, welche die nächste in der eingeschlagenen Drehungsrichtung ist; setzt man für μ_3, ν_3 die Werthe $\infty(\mu_2 - \mu_1)$, $\infty(\nu_2 - \nu_1)$, so folgt:

(7) $$\cot \eta = -\frac{\mu_1 - \mu}{\mu_2 - \mu_1}\cot \eta_1 + \frac{\mu_2 - \mu}{\mu_2 - \mu_1}\cot \eta_2$$
$$= -\frac{\nu_1 - \nu}{\nu_2 - \nu_1}\cot \eta_1 + \frac{\nu_2 - \nu}{\nu_2 - \nu_1}\cot \eta_2$$

Werden die Winkel von der Normale auf die Fläche $\{\mu_2 - \mu_1 \cdot \nu_2 - \nu_1 \cdot 0\}$ ausgerechnet, so sind die Werthe $\infty(\mu_1 - \mu_2)$, $\infty(\nu_1 - \nu_2)$ für μ, ν in (5) und (6) einzutragen; daher ist in diesem Falle:

$$(8) \qquad \frac{\cot\eta_1 - \cot\eta_2}{\cot\eta_1 - \cot\eta_3} = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\mu_1 - \mu_3} = \frac{\nu_1 - \nu_2}{\nu_1 - \nu_3}$$

$$\mu_3 = \frac{\mu_2 \cot\eta_1 - \mu_1 \cot\eta_2 + (\mu_1 - \mu_2)\cot\eta_3}{\cot\eta_1 - \cot\eta_2}$$

$$(9) \qquad \nu_3 = \frac{\nu_2 \cot\eta_1 - \nu_1 \cot\eta_2 + (\nu_1 - \nu_2)\cot\eta_3}{\cot\eta_1 - \cot\eta_2}$$

$$\cot\eta_3 = \frac{\mu_2 - \mu_3}{\mu_2 - \mu_1}\cot\eta_1 - \frac{\mu_1 - \mu_3}{\mu_2 - \mu_1}\cot\eta_2$$

$$= \frac{\nu_2 - \nu_3}{\nu_2 - \nu_1}\cot\eta_1 - \frac{\nu_1 - \nu_3}{\nu_2 - \nu_1}\cot\eta_2$$

Sind $f \cdot \cdot f_3$ Flächen aus der Zone der Axe OC, $f_1 = \{\mu\nu 0\} \cdot \cdot f_3 = \{\mu_3 \nu_3 0\}$, so sind nur die Verhältnisse $\mu : \nu$, ., ., $\mu_3 : \nu_3$ bestimmt*). Man kann daher an Stelle von μ, ν; $\mu_1 \nu_1$; . . . die Werthe $\frac{\infty\mu}{\infty\nu}$, 1; $\frac{\infty\mu_1}{\infty\nu_1}$, 1; . . . setzen und erhält für die Zone der verticalen Axe:

$$(10) \qquad \frac{\mu_3}{\nu_3} = \frac{\frac{\mu_2}{\nu_2}\left(\frac{\mu_1}{\nu_1} - \frac{\mu}{\nu}\right)\cot\eta_1 + \frac{\mu_1}{\nu_1}\left(\frac{\mu}{\nu} - \frac{\mu_2}{\nu_2}\right)\cot\eta_2 + \frac{\mu}{\nu}\left(\frac{\mu_2}{\nu_2} - \frac{\mu_1}{\nu_1}\right)\cot\eta_3}{\left(\frac{\mu_1}{\nu_1} - \frac{\mu}{\nu}\right)\cot\eta_1 + \left(\frac{\mu}{\nu} - \frac{\mu_2}{\nu_2}\right)\cot\eta_2 + \left(\frac{\mu_2}{\nu_2} - \frac{\mu_1}{\nu_1}\right)\cot\eta_3}$$

$$\cot\eta_3 = \frac{\left(\frac{\mu_2}{\nu_2} - \frac{\mu_3}{\nu_3}\right)\left(\frac{\mu_1}{\nu_1} - \frac{\mu}{\nu}\right)}{\left(\frac{\mu_3}{\nu_3} - \frac{\mu}{\nu}\right)\left(\frac{\mu_2}{\nu_2} - \frac{\mu_1}{\nu_1}\right)}\cot\eta_1 - \frac{\left(\frac{\mu_1}{\nu_1} - \frac{\mu_3}{\nu_3}\right)\left(\frac{\mu_2}{\nu_2} - \frac{\mu}{\nu}\right)}{\left(\frac{\mu_3}{\nu_3} - \frac{\mu}{\nu}\right)\left(\frac{\mu_2}{\nu_2} - \frac{\mu_1}{\nu_1}\right)}\cot\eta_2$$

Ist insbesondere $f = \{100\}$, $f_1 = \{110\}$, $f_2 = \{010\}$, so folgt aus (10):

$$(11) \qquad \frac{\mu_3}{\nu_3} = \frac{\cot\eta_2 - \cot\eta_3}{\cot\eta_2 - \cot\eta_1}$$

$$\cot\eta_3 = \frac{\mu_3}{\nu_3}\cot\eta_1 + \left(1 - \frac{\mu_3}{\nu_3}\right)\cot\eta_2$$

Als Beispiel für die Berechnung einer Zone behandelt der Verf. eine Zone des Anorthits. —

Die dritte Abhandlung enthält auf diese vorbereitenden Erörterungen gestützt eine ganz allgemeine und vollständige Behandlung der Aufgaben, welche sich die Berechnung asymmetrischer Krystalle zu stellen hat.

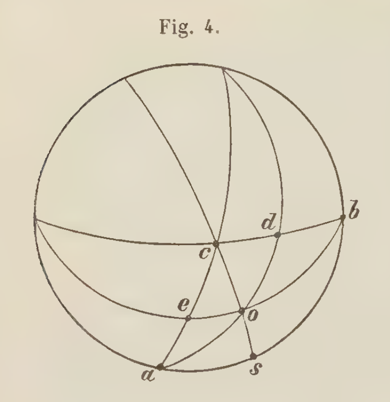
I. Berechnung der Normalenwinkel eines asymmetrischen Krystalles, wenn die Elemente desselben und die Indices seiner Flächen gegeben sind.

Das nächste Ziel des Verf. ist, die Gleichung für die Zone zweier Flächen f_8 und f_9, deren Normalenwinkel berechnet werden soll, abzuleiten.

*) Diese Abänderung der S. 12 der Orig.-Abhandlg. wurde in Folge einer mündlichen Mittheilung des Verf. vorgenommen. Der Ref.

Als Vorbereitung sind die Gleichungen für die Zonen der drei Krystallaxen $OA = [100]$, $OB = [010]$, $OC = [001]$ und für zwei der Zonen $[01\bar{1}]$, $[\bar{1}01]$, $[1\bar{1}0]$ zu bilden. Es sei Fig. 4 die stereographische Projection der Polfigur eines asymmetrischen Krystalles; $a = \{100\}$, $b = \{010\}$, $c = \{001\}$, $d = \{011\}$, $e = \{101\}$, $s = \{110\}$, $o = \{111\}$; α, β, γ die Axenwinkel, A, B, C die Axenebenenwinkel für den positiven Oktanten, so dass:

Fig. 4.



$$ac + B = bc + A = ab + C = 180^0$$
$$cab + \alpha = cba + \beta = acb + \gamma = 180^0$$

Aus (8) ergiebt sich die Gleichung für die Zone der Axe OB, $[a, e, c] = [010]$, wenn man darin $\eta_1 = ae$, $\eta_2 = ac = 180^0 - B$, $\mu_1 = 1$, $\mu_2 = 0$ setzt:

$$\mu_3 (\cot ae + \cot B) - \cot B = \cot \eta_3$$

Hierin ist $\eta_3 = ae_3$ und $e_3 = \{\mu_3\, 0\, 1\}$. Für den Werth von $\cot ae$ findet man leicht:

$$\cot ae = \frac{\sin \alpha}{a \sin \gamma \sin B} - \cot B$$

so dass:

$$\cot \eta_3 = \mu_3 \frac{\sin \alpha}{a \sin \gamma \sin B} - \cot B. \tag{12}$$

Analog ergiebt sich die Gleichung für die Zone der Axe OA, $[b,d,c] = [100]$,

$$\cot \eta_3 = \nu_3 \frac{\sin \beta}{b \sin \gamma \sin A} - \cot A \tag{13}$$

worin $\eta_3 = bd_3$ und $d_3 = \{0\, \nu_3\, 1\}$, so wie die Gleichung für die Zone der Axe OC, $[a,s,b] = [001]$,

$$\cot \eta_3 = \frac{\mu_3}{\nu_3} \cdot \frac{b \sin \alpha}{a \sin \beta \sin C} - \cot C \tag{14}$$

worin $\eta_3 = as_3$ und $s_3 = \{\mu_3\, \nu_3\, 0\}$.

Aus (8) leitet man ferner ab die Gleichung für die Zone $[s, o, c] = [1\bar{1}0]$:

$$\cot \eta_3 = \mu_3 (\cot so - \cot sc) + \cot sc \tag{15}$$

worin $\eta_3 = so_3$ und $o_3 = \{\mu_3\, \nu_3\, 1\}$, sowie die Gleichung für die Zone $[a, o, d] = [01\bar{1}]$:

$$\cot \eta_4 = \mu_4 (\cot ao - \cot ad) + \cot ad \tag{16}$$

worin $\eta_4 = ao_4$ und $o_4 = \{\mu_4\, 1\, 1\}$. Die Bogen so und ao sind durch Auflösung sphärischer Dreiecke zu ermitteln. Man findet nämlich sc und csa aus dem Dreieck acs, in welchem $ac = 180^0 - B$, $cas = 180^0 - \alpha$ und as bekannt, ferner ad und dab aus dem Dreieck adb, in welchem $ab = 180^0 - C$, $cba = 180^0 - \beta$ und bd aus (13) für $\nu_3 = 1$ bekannt. Demnach sind im Dreieck aos bekannt as, $oas = dab$ und csa; daraus folgen die gesuchten Bogen so und ao.

Alle anderen Zonen zerfallen in solche, zu denen e i n e der Flächen $\{100\}$, $\{010\}$, $\{001\}$ gehört, und in solche, in denen k e i n e dieser Flächen liegt. Zu den letzteren Zonen gehöre die Zone der Flächen $f_8 = \{\mu_8\, \nu_8\, 1\}$ und $f_9 = \{\mu_9\, \nu_9\, 1\}$;

dann liegen in ihr (s. Fig. 5) auch die Flächen $s_3 = \{m\bar{n}0\}$, $e_3 = \{m\,0\,1\}$, $d_3 = \{0\,n\,1\}$, wenn:

$$m = \frac{\nu_9\,\mu_8 - \nu_8\,\mu_9}{\nu_9 - \nu_8}, \quad n = \frac{\nu_9\,\mu_8 - \nu_8\,\mu_9}{\mu_8 - \mu_9}.$$

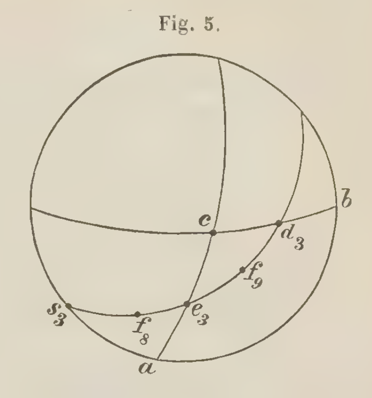


Fig. 5.

Setzt man $s_3 e_3 = \eta_1$, $s_3 d_3 = \eta_2$ und demgemäss

$$\mu_1 = m, \; \mu_2 = 0, \; \nu_1 = 0, \; \nu_2 = n$$

so folgt aus (8):

$$(17) \quad \frac{\cot s_3 e_3 - \cot s_3 d_3}{\cot s_3 e_3 - \cot \eta_3} = \frac{m}{m - \mu_3} = \frac{n}{\nu_3}$$

wo μ_3, ν_3 sich auf das Symbol einer Fläche $f_3 = \{\mu_3\,\nu_3\,1\}$ der Zone $[s_3\,e_3\,d_3]$ bezieht, und $\eta_3 = s_3 f_3$ ist. Benutzt man in (17) den zweiten Werth, so ist:

$$(18) \quad \cot \eta_3 = \cot s_3 e_3 - \nu_3 \frac{\cot s_3 e_3 - \cot s_3 d_3}{n}.$$

Man findet $s_3 e_3$ und $e_3 s_3 a$ im Dreieck $a s_3 e_3$, worin $a s_3 = 180^0 - a\bar{s}_3$ aus $[asb]$, $a e_3$ aus $[aec]$ und $s_3 a e = \alpha$ bekannt sind, und $s_3 d_3$ im Dreieck $s_3 d_3 b$, worin $s_3 b = s_3 a + ab$, $b d_3$ aus $[bdc]$ und $d_3 s_3 a = e_3 s_3 a$. Setzt man in (18) für ν_3 successive ν_8 und ν_9 ein, so findet man in η_3 successive $s_3 f_8$ und $s_3 f_9$ und sodann als Differenz den gesuchten Normalenwinkel $f_8 f_9$.

Fig. 6.

In der von den Flächen $f_8 f_9$ bestimmten Zone liegt eine der Flächen $\{100\}$, $\{010\}$, $\{001\}$, wenn $\mu_8 = \mu_9$, oder $\nu_8 = \nu_9$ oder $\mu_8 \nu_9 = \nu_8 \mu_9$. (𝔞) Ist $\mu_8 = \mu_9$, so liegen (s. Fig. 6) mit f_8 und f_9 in einer Zone die Flächen: $b = \{010\}$, $e_3 = \{\mu_8\,0\,1\}$ aus Zone $[aec]$, $o_4 = \{\mu_8\,1\,1\}$ aus Zone $[a\,o\,d]$, $o_5 = \{\mu_8\,\mu_8\,1\}$ aus Zone $[s\,o\,c]$. Man kann nun aus zwei der Winkel $b e_3$, $b o_5$, $b o_4$ eine Gleichung der von den Flächen $f_8 f_9$ bestimmten Zone ableiten. Geht man von $b e_3$, $b o_5$ aus, so folgt aus (8) für $\eta_1 = b o_5$, $\eta_2 = b e_3$, $\nu_1 = \mu_8$, $\nu_2 = 0$:

$$(19) \qquad \cot \eta_3 = \nu_3 \frac{\cot b o_5 - \cot b e_3}{\mu_8} + \cot b e_3$$

worin η_3, ν_3 sich auf die Fläche $f_3 = \{\mu_8\,\nu_3\,1\}$ beziehen. Man findet $b e_3$ und $e_3 b a$ im Dreieck $a b e_3$, worin $a e_3$ aus $[aec]$, $ab = 180^0 - c$, $cab = 180^0 - \alpha$ bekannt, $b o_5$ im Dreieck $s o_5 b$, worin $sb = ab - as$, $s o_5$ aus $[soc]$, $b s o_5 = 180^0 - aso$. — Geht man von $b e_3$, $b o_4$ aus, so folgt aus (8) für $\eta_1 = b o_4$, $\eta_2 = b e_3$, $\nu_1 = 1$, $\nu_2 = 0$:

$$(20) \qquad \cot \eta_3 = \nu_3 (\cot b o_4 - \cot b e_3) + \cot b e_3$$

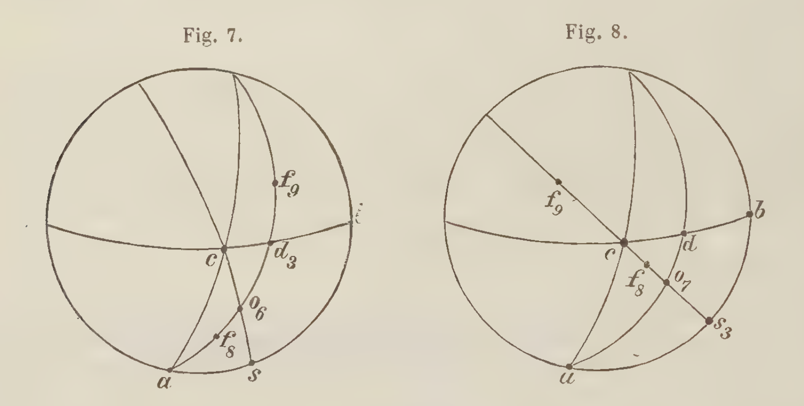
Wie vorhin wird $b e_3$ im Dreieck $a b e_3$ und $b o_4$ im Dreieck $a b o_4$ gefunden. (𝔟) Ist $\nu_8 = \nu_9$, so liegen (s. Fig. 7, S. 212) mit f_8 und f_9 in einer Zone die

Flächen $a = \{100\}$, $o_6 = \{\nu_8 \nu_8 1\}$, $d_3 = \{0 \nu_8 1\}$. Aus (8) folgt für $\eta_1 = a o_6$, $\eta_2 = a d_3$, $\mu_1 = \nu_8$, $\mu_2 = 0$:

$$(21) \qquad \cot \eta_3 = \mu_3 \frac{\cot a o_6 - \cot a d_3}{\nu_8} + \cot a d_3.$$

Man findet $a d_3$ im Dreieck $a c d_3$ und $a o_6$ im Dreieck $a s o_6$.

(c) Ist $\mu_8 \nu_9 = \nu_8 \mu_9$, so liegen (s. Fig. 8) mit f_8 und f_9 in einer Zone die



Flächen $s_3 = \{\mu_8 \nu_8 0\}$, $o_7 = \{\mu_8 \nu_8 \nu_8\}$, $c = \{001\}$. Aus (8) folgt für $\eta_1 = s_3 o_7$, $\eta_2 = s_3 c$, $\nu_1 = 1$, $\nu_2 = 0$:

$$(22) \qquad \cot \eta_3 = \nu_3 (\cot s_3 o_7 - \cot s_3 c) + \cot s_3 c$$

worin $\eta_3 = s_3 o_3$ und ν_3 sich auf das Symbol einer Fläche $o_3 = \{\mu_3 \nu_3 1\}$, deren Indices die Bedingung $\mu_8 \nu_3 = \nu_8 \mu_3$ erfüllen. Man findet $s_3 c$ und $a s_3 c$ im Dreieck $a s_3 c$, in welchem $a s_3$ aus $[asb]$, $c a s_3 = 180^0 - \alpha$, $ac = 180^0 - B$ bekannt sind; $s_3 o_7$ folgt aus Dreieck $a s_3 o_7$, worin $a o_7$ aus $[aod]$, $a s_3$ aus $[asb]$ und $s_3 a o_7 = s_3 a o$ bei der Entwicklung von $[aod]$, $[soc]$ berechnet wurde.

Damit ist der Weg gegeben, zu irgend einer Zonengleichung zu gelangen, und zwar wird dabei auch immer der Winkel berechnet, den der Zonenkreis mit dem Grundkreise einschliesst. Der Verf. nennt eine Zone, für welche jene Gleichung und dieser Winkel gegeben sind, eine **bekannte Zone**.

II. Berechnung der Flächensymbole eines asymmetrischen Krystalles, wenn die Krystallelemente, die Normalenwinkel und der Zonenverband gegeben sind.

Das Symbol einer Fläche kann berechnet werden, wenn

(a) die Fläche in zwei bekannten Zonen liegt,

(b) die Fläche in einer bekannten Zone liegt und ihre Neigung zu einer bekannten Fläche dieser Zone gemessen ist,

(c) die Fläche in einer bekannten Zone liegt und ihre Neigung zu einer bekannten, nicht in dieser Zone liegenden Fläche gemessen ist,

(d) die Neigungen der Fläche zu zwei bekannten Flächen, deren Zone sie nicht angehört, gemessen sind.

Man löst die Aufgabe (a) durch blosse Deduction, (b) durch Auflösung der

Zonengleichung nach μ_3, ν_3. Nur die Aufgaben ($\mathfrak{c}$) und ($\mathfrak{d}$) erfordern eine weitere Betrachtung.

($\mathfrak{c}$) Die Fläche f_x (s. Fig. 9) gehöre der Zone $[s_2 d_2 e_2]$ an, und es sei der Normalenwinkel zwischen f_x und $f_4 = \{\mu_4 \nu_4 1\}$ bekannt. Aus $\{s_2 d_2 e_2\}$ folgt $a s_2 d_2$, aus $[s_2 e_4 f_4 d_4]$ ergeben sich $a s_2 e_4$ und $s_2 f_4$. Man findet im Dreieck $s_2 f_4 f_x$, worin $f_x f_4$, $s_2 f_4$ und $f_x s_2 f_4 = a s_2 d_2 - a s_2 e_4$ bekannt, den Sinus von $s_2 f_x f_4$ und $s_2 f_x$, so dass die Zonengleichung $[s_2 d_2 e_2]$ das Symbol von f_x liefert. Das Resultat ist zweideutig, da $s_2 f_x f_4 \gtreqless 90^0$ gewonnen werden kann. Bei präcisen Messungen führt in der Regel nur der eine dieser beiden Winkelwerthe auf ein rationales Symbol, anderenfalls muss die Entscheidung durch eine weitere Bedingung für die Fläche f_x herbeigeführt werden.

Fig. 9.

($\mathfrak{d}$) Es seien die Normalenwinkel zwischen f_x und den bekannten Flächen f_4 und f_5 gegeben (s. Fig. 10). Aus der Zone $[s_4 f_4 d_4 f_5 e_4]$ folgt $f_4 f_5 = s_4 f_5 - s_4 f_4$. Daher findet man im Dreieck $f_x f_4 f_5$ aus $f_4 f_x$, $f_5 f_x$, $f_4 f_5$ den Winkel $f_5 f_4 f_x$. Es sei s_x die den Zonen $[001]$ und $[f_4 f_x]$ gemeinsame Fläche. Dann folgt im Dreieck $s_4 f_4 s_x$ aus $s_4 f_4 f_x = f_5 f_4 f_x$, $s_4 f_4$ und $f_4 s_4 s_x$ der Normalenwinkel $s_4 s_x$ und, da $a s_4$ aus $[a s b]$ bekannt ist, $a s_x$. Nun giebt die Gleichung $[a s b]$ das Symbol von s_x, so dass für $[s_x f_4 f_x]$ eine Zonengleichung aufgestellt und durch sie f_x symbolisirt werden kann. — Aus den Normalenwinkeln $f_4 f_x$ und $f_5 f_x$ ergeben sich zwei Positionen für f_x; die beiden möglichen Pole liegen auf entgegengesetzten Seiten des Zonenkreises $[f_4 f_5]$. Die Entscheidung wird durch eine weitere Bedingung für f_x herbeigeführt.

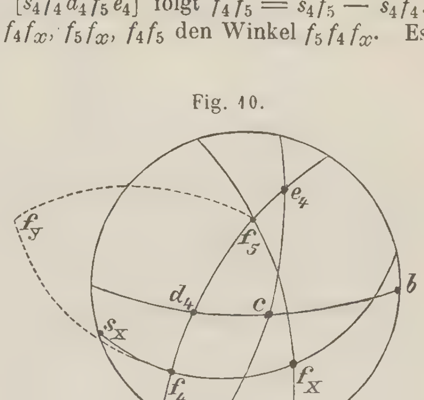


Fig. 10.

III. Berechnung der Elemente eines asymmetrischen Krystalles aus gemessenen Normalenwinkeln zwischen symbolisirten Flächen.

Der Verf. unterscheidet drei Fälle, in denen die Berechnung der Elemente gelingt.

A. Die gemessenen Fundamentalwinkel werden gebildet von fünf Flächen g, h, i, k, l, von denen vier zu je zwei mit der fünften in zwei Zonen $[g h l]$ und $[i k l]$ liegen (s. Fig. 11, S. 214). Gemessen sind zweimal zwei Winkel in den dreiflächigen Zonen: gh, hl und ik, kl und ausserdem der Winkel gk zwischen zwei Flächen dieser Zonen.

In den Zonen $[g\,h\,l]$ und $[i\,k\,l]$ kann man aus den Zonengleichungen die Winkel $s_1 g$, $s_1 e_1$, $s_1 d_1$ und $s_2 i$, $s_2 d_2$, $s_2 e_2$ berechnen. Durch drei Dreiecksauflösungen gewinnt man die Grundlage für eine dritte Zonengleichung; m sei der Schnittpunkt der Zonenkreise $[g\,k]$ und $[h\,i]$, dann folgen im Dreieck $g\,k\,l$ aus $g\,k$, $k\,l$, $g\,l = g\,h + h\,l$ die Winkel $g\,k\,l$, $k\,l\,g$, $l\,g\,k$, im Dreieck $h\,l\,i$ aus $h\,l$, $h\,l\,i = k\,l\,g$, $i\,l = i\,k + k\,l$ der Winkel $l\,h\,i$, im Dreieck $g\,h\,m$ aus $g\,h$, $g\,h\,m = 180^0 - l\,h\,i$, $l\,g\,k$ der Winkel $g\,m$. Da nun in der Zone $[g\,m\,k]$ die Winkel $g\,m$ und $g\,k$ zwischen symbolisirten Flächen bekannt sind, so ist die Gleichung dieser Zone und aus ihr Winkel $s_3 g$, $s_3 d_3$, $s_3 e_3$ zu berechnen. Durch sechs weitere Dreiecksauflösungen findet man in der Zone $[a\,e\,c]$ $e_1 e_2$ und $e_1 e_3$, in $[b\,d\,e]$ $d_1 d_2$ und $d_1 d_3$, in $[a\,s\,b]$ $s_1 s_2$ und $s_1 s_3$ resp. $s_1 \bar{s}_3$; es folgt nämlich:

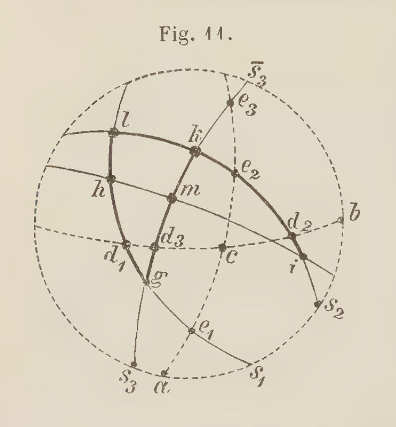


Fig. 11.

$e_1 e_2$	im Dreieck	$e_1 l e_2$	aus	$l e_1$, $l e_2$, $e_1 l e_2 = k\,l\,g$,
$e_2 e_3$	-	$e_2 k e_3$	-	$k e_2$, $k e_3$, $e_2 k e_3 = g\,k\,l$,
$d_1 d_2$	-	$d_1 l d_2$	-	$l d_1$, $l d_2$, $d_1 l d_2 = k\,l\,g$,
$d_2 d_3$	-	$d_2 k d_3$	-	$k d_2$, $k d_3$, $d_2 k d_3 = 180^0 - g\,k\,l$,
$s_1 s_2$	-	$s_1 l s_2$	-	$l s_1$, $l s_2$, $s_1 l s_2 = k\,l\,g$,
$s_1 s_3$	-	$s_1 g s_3$	-	$g s_1$, $g s_3$, $s_1 g s_3 = l\,g\,k$.

Aus den Gleichungen der genannten drei Zonen berechnet man nun: $a\,e$, $a\,c$; $b\,d$, $b\,c$; $a\,s$, $a\,b$ und damit aus $a\,c + B = b\,c + A = a\,b + C = 180^0$ die Axenebenenwinkel A, B, C; die Auflösung des von den letzteren gebildeten Dreiflachs ergiebt die Axenwinkel α, β, γ. Indem man schliesslich zwei der Zonengleichungen $[a\,e\,c]$ nach a, $[b\,d\,c]$ nach b, $[a\,s\,b]$ nach $\frac{b}{a}$ auflöst, gewinnt man die Verhältnisse der Axeneinheiten. Es folgt z. B. für $[a\,e\,c]$ aus (12), wenn $\eta_3 = a\,e$, $\mu_3 = 1$ gesucht wird:

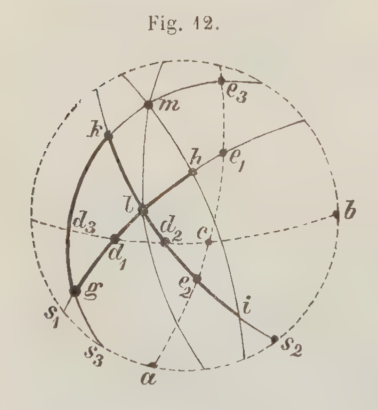


Fig. 12.

$$a = \frac{\sin\alpha}{\sin\gamma \sin B (\cot a\,e + \cot B)} \tag{23}$$

Auf analoge Weise erhält man:

$$b = \frac{\sin\beta}{\sin\gamma \sin A (\cot b\,d + \cot A)} \tag{24}$$

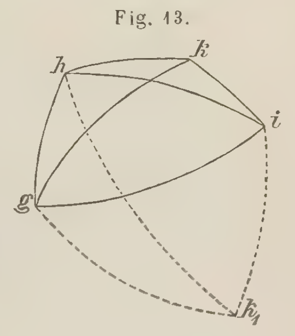
$$\frac{a}{b} = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta \sin C (\cot a\,s + \cot C)} \tag{25}$$

Ist die Reihenfolge der Flächen $[g\,l\,h]$ und $[i\,l\,k]$, sind die Normalenwinkel $g\,l$, $l\,h$, $i\,l$, $l\,k$, $g\,k$ gemessen und ist m der Schnittpunkt der Zonenkreise $[g\,k]$ und $[h\,i]$ (siehe Fig. 12), so findet man durch Auflösung der Dreiecke $g\,k\,l$, $i\,l\,h$, $i\,k\,m$ den Normalenwinkel $k\,m$ und damit die Grundlage für die dritte Zonengleichung.

Ist die Zonenaxe einer der beiden gegebenen dreiflächigen Zonen eine Krystallaxe, so fallen zwei der sechs Dreiecksauflösungen der zweiten Reihe aus. Sind die Zonenaxen der beiden dreiflächigen Zonen Krystallaxen, so haben die beiden Zonen eine Axenebene gemein. In diesem einfachsten Falle sind zwei Zonengleichungen direct aus den Fundamentalwinkeln abzuleiten. Der in der gemeinsamen Axenebene gelegene Axenwinkel ergiebt sich aus einer Dreiecksauflösung.

B. Die gemessenen Fundamentalwinkel werden gebildet von fünf unter den sechs Winkeln, welche vier Flächen g, h, i, k, von denen nicht je drei in einer Zone liegen, einschliessen.

Fig. 13.



Es seien die fünf Winkel gh, hi, gi, gk, ik gemessen. Die Krystallelemente sind dadurch noch nicht eindeutig bestimmt*). Der Werth des sechsten Winkels hk entscheidet erst darüber, ob die Pole k und h auf derselben Seite oder auf entgegengesetzten Seiten von gi liegen (s. Fig. 13). Werden die beiden möglichen Lagen von k mit k und k_1 bezeichnet, so können die Winkel hk, resp. hk_1 auf folgende Weise aus den fünf Fundamentalwinkeln berechnet werden. Es giebt Dreieck ghi aus gh, hi, gi die Winkel ghi, hig, igh, Dreieck gik aus gi, gk, ik die Winkel gik, ikg, kgi, Dreieck gik_1 aus $gi, gk_1 = gk, ik_1 = ik$ die Winkel $gik_1 = gik, ik_1g = ikg, k_1gi = khi$; hk wird gefunden im Dreieck hgk aus gh, gk und $kgh = igh - kgi$ und hk_1 im Dreieck hgk_1 aus $gh, gk_1 = gk$ und $hgk_1 = igh + k_1gi = igh + kgi$.

Sind die Symbole von drei der vier Flächen, z. B. von g, h, i, willkürlich gewählt, so ist das Symbol der vierten Fläche h einer Bedingung unterworfen, insofern der Pol der Fläche k durch die genannten sechs Winkel immer auf einen der acht Oktanten beschränkt ist, welche durch die Pole der Flächen g, h, i bestimmt werden. Es seien m, n, o die Durchschnittspunkte der Zonenkreise gi und hk, gh und ik, hi und gk. Durch die Winkel hgi, hig, kgi, kig wird nun die Reihenfolge der Flächenpole:

$$\bar{i},\ m,\ g,\ i,\ \bar{g}$$
$$\bar{h},\ n,\ g,\ h,\ \bar{g}$$
$$\bar{h},\ o,\ i,\ h,\ \bar{i}$$

bestimmt. Demnach erfüllen die aus den Symbolen von g, h, i, k abzuleitenden Symbole von m, n, o gewisse Bedingungen. Daraus folgt, dass das Symbol von k nicht mehr vollkommen willkürlich ist, nachdem die Symbole von g, h, i willkürlich aber fest gewählt sind. Die möglichen acht Fälle werden vom Verf. in folgender Weise charakterisirt:

a. h und k liegen auf derselben Seite von gi (s. Fig. 14, S. 216).

1) Winkel $kgi < hgi$, $kig < hig$; k hat die Position k_1 im Oktanten ghi,

m die Position	m_1	in der	Reihenfolge	gm_1i
n – –	n_1	– –	–	gn_1h
o – –	o_1	– –	–	io_1h

*) Die Cosinus jener sechs Winkel sind bekanntlich durch eine Relation verbunden, welche in Beziehung auf jeden unter ihnen vom zweiten Grade ist. Der Ref.

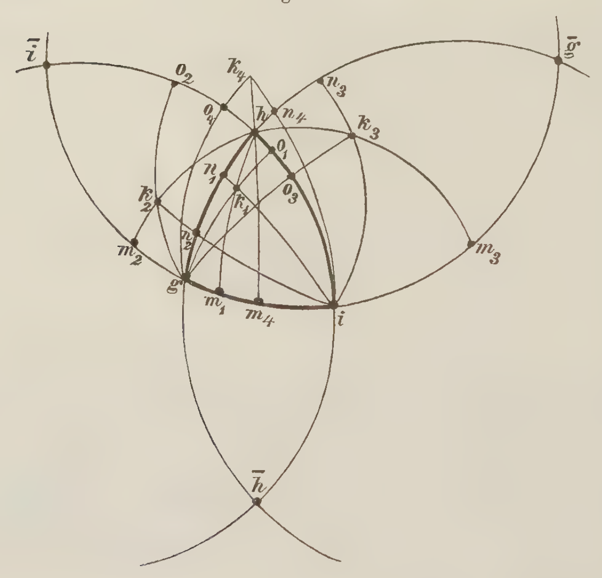
2) Winkel $kgi > hgi$, $kig < hig$; k hat die Position k_2 im Oktanten $h\bar{g}\bar{i}$,

m die Position m_2 in der Reihenfolge $igm_2\bar{i}$
n - - n_2 - - - gn_2h
o - - o_2 - - - $iho_2\bar{i}$

3) Winkel $kgi < hgi$, $kig > hig$; k hat die Position k_3 im Oktanten $hi\bar{g}$,

m die Position m_3 in der Reihenfolge $gim_3\bar{g}$
n - - n_3 - - - $ghn_3\bar{g}$
o - - o_3 - - - io_3h

Fig. 14.



4) Winkel $kgi > hgi$, $kig > hig$; k hat die Position k_4 im Oktanten $h\bar{g}\bar{i}$,

m die Position m_4 in der Reihenfolge gm_4i
n - - n_4 - - - $ghn_4\bar{g}$
o - - o_4 - - - $iho_4\bar{i}$

b. h und k liegen auf entgegengesetzten Seiten von gi (s. Fig. 15, S. 217).

5) Winkel $hgi + kgi < 180^0$, $hig + kig < 180^0$; k hat die Position k_5 im Oktanten $ig\bar{h}$,

m die Position m_5 in der Reihenfolge gm_5i
n - - n_5 - - - $hgn_5\bar{h}$
o - - o_5 - - - $hio_5\bar{h}$

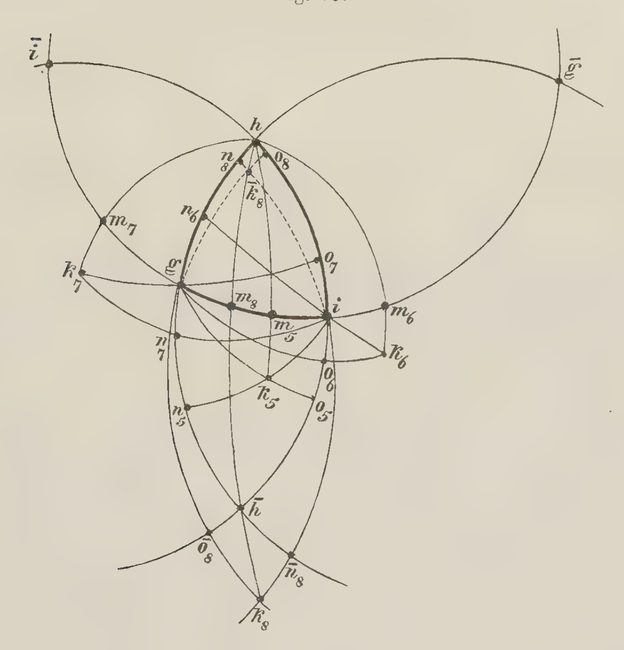
6) Winkel $hgi + kgi < 180^0$, $hig + kig > 180^0$; k hat die Position k_6 im Oktanten $i\bar{h}\bar{g}$,

m die Position m_6 in der Reihenfolge $gim_6\bar{g}$
n - - n_6 - - - gn_6h
o - - o_6 - - - hio_6h

7) Winkel $hgi + kgi > 180^0$, $hig + kig < 180^0$; k hat die Position k_7 im Oktanten $g\bar{i}\bar{h}$,

m die Position m_7 in der Reihenfolge $i\,g\,m_7\,\bar{i}$
n – – n_7 – – – $h\,g\,n_7\,\bar{h}$
o – – o_7 – – – $i\,o_7\,h$

Fig. 15.

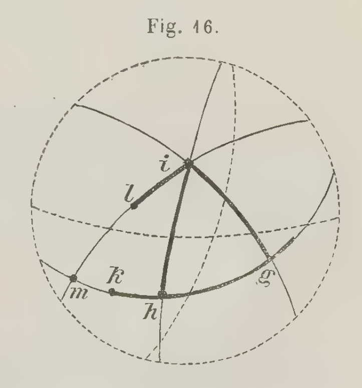


8) Winkel $hgi + kgi > 180^0$, $hig + kig > 180^0$; k hat die Position k_8 im Oktanten $\bar{g}\bar{i}\bar{h}$,

m die Position m_8 in der Reihenfolge $g\,m_8\,i$
n – – n_8 – – – $h\,n_8\,g\,\bar{h}\,\bar{n}_8$
o – – o_8 – – – $h\,o_8\,i\,\bar{h}\,\bar{o}_8$

Sind die Symbole richtig gewählt, so hat man zur Berechnung der Krystallelemente zunächst drei Dreiecke aufzulösen, durch welche in drei Zonen je zwei anschliessende Normalenwinkel zwischen symbolisirten Flächen gewonnen werden. Es sind dann in vier Zonen je zwei anliegende Normalenwinkel zwischen symbolisirten Flächen bekannt. Von diesen genügen je drei, um wie in A die Elemente zu finden.

Fig. 16.



C. Die Fundamentalwinkel werden gebildet von fünf Flächen g, h, k, i, l, von denen g, h, k in einer Zone liegen (s. Fig. 16). Gemessen sind die Normalenwinkel hg, hk, ig, ih, il.

Den Flächen g, h, k seien willkürliche, nur der Bedingung der Tautozonalität genügende Symbole ertheilt. Die Fläche i sei willkürlich und als ausserhalb der Zone $[ghk]$ befindlich symbolisirt. Die Indices der Fläche l sind willkürlich bis auf die Vorzeichen, da l auf einen der acht, durch g, h, i bestimmten Oktanten beschränkt ist. — Man leite zunächst das Symbol der den Zonen $[li]$ und $[ghk]$ gemeinsamen Fläche m und aus der Zonengleichung $[ghk]$ den Normalenwinkel gm ab. Dann ergiebt die Auflösung der Dreiecke ghi und gmi den Normalenwinkel im. Damit ist die Lösung der vorliegenden Aufgabe auf die der Aufgabe A zurückgeführt.

Ref.: Th. Liebisch.

3. O. J. Lodge (in London): **Methode zur Messung der absoluten Wärmeleitungsfähigkeit der Krystalle.** I. Theil. (On a Method of measuring the Absolute Thermal Conductivity of Crystals and other rare Substances. Part. I. Proc. phys. Soc. London 2. Jan. to June 1878. — Phil. mag. [5], **5**, 110, 1878).

Die Messung der Wärmeleitungsfähigkeit mit Hülfe einer diacalorimetrischen Methode ist schwierig, wenn nur kleine Krystalle dem Experiment unterworfen werden können. Daher begnügte man sich bisher damit, die Leitungsfähigkeiten nach verschiedenen Richtungen in einem Krystall mit Hülfe der Sénarmont-schen oder einer anderen Methode unter einander zu vergleichen. Der Verf. hat sich die Aufgabe gestellt, die absolute Leitungsfähigkeit des Turmalins für Wärme und Electricität in dem einen und dem entgegengesetzten Richtungssinne der Hauptaxe desselben zu bestimmen. Hierzu scheint ihm eine von Fourier angegebene, von Biot, Despretz, Forbes, neuerlichst von Wiedemann und Franz angewendete Methode zur Bestimmung der Wärmeleitungsfähigkeit in langen Stäben geeignet. Nach dieser Methode beobachtet man die permanente Curve der Temperatur längs eines cylindrischen Stabes des gegebenen Materiales, welcher an dem einen Ende erhitzt, an dem anderen Ende der Atmosphäre ausgesetzt ist. Mit s wird der Flächeninhalt des Querschnittes (der nicht kreisförmig zu sein braucht), mit P der Umfang des Stabes bezeichnet. Es soll die Bedingung aufgesucht werden, unter welcher der gesammte Wärmezuwachs irgend eines Elementes des Stabes durch die hinteren, vorderen und äusseren Flächen verschwindet. Ist t der Ueberschuss der Temperatur eines Elementes in der Position x über die Temperatur der Luft, so tritt in der Zeiteinheit die Wärmemenge:

$$-ks\frac{dt}{dx} \text{ an der hinteren oder heisseren Oberfläche,}$$

$$+ks\left(\frac{dt}{dx}+\frac{d^2t}{dx^2}dx\right) \text{ an der vorderen Oberfläche,}$$

$$-Pht\,dx \text{ an der, der Luft ausgesetzten Oberfläche ein.}$$

Hierin bedeutet k die Leitungsfähigkeit des Stabes, h den Strahlungscoëfficient der Oberfläche, d. h. die Wärmemenge, welche in der Zeiteinheit durch die Einheit der Oberfläche verloren geht, wenn letztere um 1^0 wärmer ist, als die Luft. Wird die Summe dieser Grössen der Null gleich gesetzt, so folgt:

$$\frac{d^2t}{dx^2}=\frac{Ph}{sk}t.$$

Der Factor $\frac{Ph}{sk}$ soll mit p^2 bezeichnet werden. Dann lautet das vollständige Integral der vorstehenden Differentialgleichung:

$$t = C_1 e^{px} + C_2 e^{-px}$$

oder:

$$t = A \cos px - B \sin px.$$

Die Constanten A und B sind bestimmt als Functionen von p, wenn man die Temperaturen irgend zweier Punkte des Stabes kennt; die Temperatur eines dritten Punktes bestimmt dann p, womit, wenn h separat gefunden ist, auch k bekannt ist. Es sei t_0 die Temperatur des Ausgangspunktes, t_x die eines Punktes im Abstand x von dem ersteren Punkte, und $t_{\frac{1}{2}}$ die Temperatur des Punktes in der Mitte der beiden ersteren Punkte, dann ist:

$$A = t_0, \; B = t_0 \cot px - t_x \operatorname{cosec} x, \; p = \frac{1}{x} \cos^{-1} \frac{t_0 + t_x}{2 t_{\frac{1}{2}}}$$

Es werde nun in einen gehälfteten Stab eine Krystallplatte eingeschaltet. An den Verbindungsstellen erhält die Temperaturcurve eine Discontinuität. Allein, wenn längs jedes Stabes die Curve beobachtet wird, so ist es doch möglich, sie für den Krystall zu berechnen. Die Methode des Verfassers ist demnach folgende: ein cylindrisches Stück eines Krystalles mit ebenen Endflächen wird zwischen zwei Kupfer- oder Eisenstäbe (oder zwischen zwei Stäbe eines anderen Metalles, dessen Leitungsfähigkeit gut bestimmt ist) von genau demselben Querschnitt in Gestalt und Grösse gepresst. Zwischen die einander zugewendeten Krystall- und Metallquerschnitte werden dünne Plättchen von Zinnfolie eingeschaltet um den Contact zu verbessern. Dann wird die Temperaturcurve für jeden Stab beobachtet, wenn ein Ende desselben erwärmt und das andere abgekühlt wird, und das Ganze einen permanenten Zustand erreicht hat.

Aus der theoretischen Betrachtung der Wärmeleitung durch einen, zwischen zwei Metallstäbe eingeschalteten Cylinder findet der Verf., dass eine gewisse Länge des Cylinders für das Gelingen der beschriebenen Methode wesentlich ist. Sehr dünne Platten eignen sich also zu derartigen Versuchen nicht. Dagegen lässt sich, wie der Verf. zeigt, auch die Leitungsfähigkeit dünner Platten bestimmen, wenn die Strahlung von der äusseren Oberfläche verhindert wird. Allerdings ist es dann nothwendig, noch eine zweite Beobachtung anzustellen, wobei der Krystall entweder auszuschalten oder durch ein Stück desselben Metalles, von dem die Stäbe angefertigt sind, zu ersetzen ist. — Der zweite Theil soll die von dem Verf. angestellten Beobachtungen enthalten.

Ref.: Th. Liebisch.

4. J. Hirschwald (in Berlin): **Das Mikroskop-Goniometer, ein neues Instrument zum Messen von Krystallen mit spiegellosen Flächen** (N. Jahrb. für Min., Geol. und Paläont. 1879, 301—308, 539—546). Die vom Verf. vorgeschlagene Methode zur Messung solcher Krystalle, deren Flächen das Licht nicht reflectiren, beruht auf folgendem Princip: Eine Krystallfläche wird unter dem Mikroskop nur dann in ihrer ganzen Ausdehnung scharf erscheinen, wenn sie genau senkrecht zur Axe des Instrumentes steht; befestigt man daher einen Krystall so unter dem Mikroskop, dass die zu messende Kante ebenfalls zu jener Axe normal steht, und dreht den Krystall um dieselbe, so wird man mit einer von der Vergrösserung abhängigen Genauigkeit jene Einstellung für beide, die Kante bildenden Flächen nach einander bewerkstelligen können und in dem Winkel der Drehung denjenigen der Kante erhalten.

Das hierzu vom Verf. construirte Instrument besteht aus folgenden Theilen:

1) Ein Wollaston'sches Goniometer mit Petzval'schem Krystallträger.

2) Das Mikroskop. Dieses steht auf einem mit dem Fusse des Goniometers fest verbundenen Doppelschlitten, welcher eine der Kreisaxe parallele und eine dazu senkrechte Bewegung (letztere an einer Theilung messbar) gestattet, und kann somit eine Fläche des am Goniometer befestigten Krystalls in ihrer ganzen Ausdehnung bestreichen. Die Mikrometerschraube ist mit einer Theilung versehen, durch welche 0,004 mm der Hebung oder Senkung des Mikroskopes bestimmt werden können; das Linsensystem besitzt eine 350fache, nach Ausschaltung der unteren Objectivlinse eine 200fache Vergrösserung bei einer Focaldistanz von 1,2, resp. 6 mm; nach den Versuchen des Verf.'s entsprechen diesen 0,004 und 0,008 mm in der Genauigkeit, mit welcher man die Lage der Flächen durch die Scharfstellung zu erkennen vermag. Durchsichtige Krystalle werden von unten durch einen Planspiegel, undurchsichtige von oben durch eine isolirt aufgestellte Linse beleuchtet.

3) Das Centrirfernrohr, ebenfalls mit einem Schlitten auf der Grundplatte befestigt, ist genau parallel der Axe des Goniometerkreises und dieser zugekehrt; durch eine aufgesteckte Lupe erblickt man den unter dem Mikroskop, zwischen Fernrohr und Kreis, befindlichen und an letzteren befestigten Krystall scharf.

Die Methode der Messung ist nun die folgende: Die Krystallkante wird dem Ocularfaden des Mikroskopes, welcher genau die Richtung der Axe des Goniometerkreises besitzt, parallel gestellt (Controle durch Verschiebung des Mikroskopes parallel derselben Axe, wobei die Schärfe einer Krystallfläche aus der Zone jener Kante stets die gleiche bleiben muss) und alsdann mittelst des Fernrohres 3) centrirt. Stellt man die senkrecht zur Axe des Goniometers gerichtete Schlittenbewegung des Mikroskopes auf 0, so befindet sich der Ocularfaden genau in der Verlängerung der Kreisaxe, ist also die Kante centrirt, so muss sie bei jeder Drehung mit dem Ocularfaden zusammenfallen. Nach der hierdurch controlirten Centrirung wird die Schlittenverschiebung parallel der Kreisaxe fixirt, so dass nur noch eine solche senkrecht dazu möglich ist, dann wird der an der Kante gelegene Theil der Fläche genau scharf gestellt, und nun das Mikroskop verschoben, bis der entfernteste Theil der Fläche im Gesichtsfeld erscheint, endlich der Krystall gedreht, bis auch dieser Theil scharf erscheint. Alsdann ist die Fläche genau senkrecht zur Axe des Mikroskopes, und die dem entsprechende Stellung des Kreises wird abgelesen. Hierauf wird mit der zweiten Krystallfläche dieselbe Manipulation vorgenommen. Die Differenz beider Ablesungen ist der gesuchte Normalenwinkel.

Zur Erzielung einer genauen Einstellung werden die Krystallflächen mit einem feinen Pulver bestäubt, durchsichtige Krystalle mit feingeriebener Lindenkohle, undurchsichtige mit pulverisirtem Gummi arabicum.

Der Verf. nimmt nun an, dass der maximale Fehler u der Einstellung, je nach Beschaffenheit der Flächen, 0,004 bis 0,012 mm betrage; da für jede Fläche zwei Einstellungen nöthig sind, kann dieser Fehler sich im ungünstigsten Falle verdoppeln; die Ungenauigkeit α des Winkels hängt von u und von der Breite x der Fläche ab nach der Gleichung: $tg\,\alpha = \frac{2u}{x}$, d. h. sie beträgt z. B., für $u = 0{,}008$ und $x = 10$ mm, $5\frac{1}{2}'$, bei kleineren Flächen natürlich entsprechend mehr; doch giebt der Verf. an, bei Wiederholung der Messung an ganz ebenflächigen Krystallen meist nur Differenzen von $1'$ und darunter erhalten zu haben.

Derselbe macht ferner darauf aufmerksam, dass man mit Hülfe der Theilung an der Mikrometerschraube die etwaigen Unregelmässigkeiten einer Krystallfläche

direct messen kann, z. B. an gekrümmten Flächen das Maass der Krümmung, indem man nach einander die höheren und die tieferen Theile scharf einstellt, — dass man ferner auch regelmässig gekörnte, gestreifte oder polyedrische Flächen der Winkelmessung unterziehen kann, indem man das Mikroskop auf die Erhabenheiten oder Vertiefungen einstellt, je nachdem man sich überzeugt hat, dass die einen oder die anderen in einer Ebene liegen.

Im zweiten Theile seiner Arbeit giebt der Verf. eine Reihe mit seinem Instrumente ausgeführter Messungen und zwar zur Prüfung der Genauigkeit desselben solche an einem Quarzkrystall von Middleville, dessen Prismenflächen eine Breite von 6 mm besassen. Er fand eine Einstellungsgenauigkeit derselben von 0,002 mm, welcher eine maximale Fehlergrenze von $2' \, 18''$ entsprechen würde, und erhielt den Prismenwinkel meist auf $\frac{1}{2}'$—$1'$ übereinstimmend mit der gewöhnlichen Messung mittelst des Reflexionsgoniometers. Ferner theilt Derselbe eine Anzahl Resultate mit, welche er bei der Messung von Feldspathzwillingen, sowohl nach dem Karlsbader, als nach dem Bavenoer Gesetz, erhalten hat; es zeigt sich hier, dass weder bei dem ersteren P und x beider Individuen, noch bei dem letzteren P und M genau in eine Ebene fallen, dass vielmehr der Winkel zwischen denselben variirt, und durch die gleichsam statthabende Assimilation dieser einander so naheliegender Flächen auch die Neigungen der übrigen beeinflusst werden, so dass die erhaltenen Resultate zur Ableitung normaler Werthe der Winkel an den Feldspathen nicht benutzt werden können.

Anmerk. des Ref.: Mit Hülfe eines Hartnack'schen Mikroskopes und eines kleinen Goniometers von Meierstein hat der Ref. einen Apparat nach den Angaben des Verf.'s zusammengestellt, es hat ihm jedoch nicht gelingen wollen, eine Genauigkeit der Einstellung zu erzielen, welche der vom Verf. angegebenen auch nur entfernt ähnlich wäre. Dass eine solche im Allgemeinen auch nicht erreicht werden kann, lehren folgende Betrachtungen: Die vom Verf. bei 350facher Vergrösserung gefundene Genauigkeit von 0,004 mm für die Einstellung hat nur einen ganz subjectiven Werth, da die mögliche Fehlergrenze bei allen Personen, welche ein starkes Accommodationsvermögen des Auges besitzen, eine so viel grössere ist, dass sie die Brauchbarkeit der ganzen Methode überhaupt in Frage stellt. Aber auch abgesehen hiervon kann die Art, wie der Verf. aus der Genauigkeit der Einstellung den Fehler α (s. S. 220) ableitet, nicht als richtig angesehen werden, denn diese Ableitung ist nur gültig für ein ideales Instrument, während in dem vorliegenden Falle noch eine grosse Reihe anderer Fehlerquellen hinzukommen, die in der ja niemals zu vermeidenden Unvollkommenheit der Construction des Apparates und der Linsen begründet sind und welche gerade hier in erheblichem Grade in Betracht kommen müssen. Es ist leicht einzusehen, in welcher Weise die Messung beeinflusst werden muss, wenn die horizontalen Schlittenbewegungen, auf welchen das Mikroskop ruht, nicht absolut genau senkrecht zur optischen Axe des letzteren sind, oder von der zur Goniometeraxe parallelen oder senkrechten Richtung ein wenig abweichen. Der Verf. giebt nirgends eine Andeutung, dass er sich mit der Prüfung dieser Fehlerquellen seines Instrumentes beschäftigt habe. Beiläufig mag bemerkt werden, dass die Anwendung des Petzval-schen Trägers zur Centrirung da, wo man den Krystall in 350facher Vergrösserung betrachtet, dem Ref. nicht genau genug erscheint. Die Anwendung des Hirschwald-schen Instrumentes zur Messung gestreifter Flächen dürfte wohl ganz werthlos sein, denn da die Streifung durch Alterniren zweier Flächen entsteht, so ist die Ebene, in welcher die erhöhten oder vertieften Kanten nach ihrer gemeinsamen Scharfstellung zu liegen scheinen, jedenfalls ohne irgend eine krystallonomische Bedeutung.

Bedenkt man die grosse Complicirtheit des vorgeschlagenen Apparates und den Umstand, dass nach obigen Bemerkungen ein anderer Beobachter nicht mit Sicherheit darauf rechnen kann, selbst nach langer Uebung so genaue Resultate, wie der Verf. zu erzielen, und wenn dies der Fall sein sollte, wohl nur an sehr ebenen und ziemlich grossen Flächen, — so dürfte es doch praktischer sein, bei glanzlosen Krystallen sich der gewöhnlichen Messungsmethoden zu bedienen und eines der zahlreichen Mittel anzuwenden, wie Bedeckung mit dünnem Glase, mit Goldfolie oder einem Lack etc., welche ja gerade bei recht ebenen und grossen Flächen Resultate zu erhalten gestatten, die, wenn sie auch an Genauigkeit den vom Verf. angeführten nachstehen, doch fast für alle Zwecke genügen dürften.

Ref.: L. Calderon.

5. J. Thoulet (in Paris): **Methode zur Messung mikroskopischer Krystalle** (Bull. d. l. soc. min. d. France, 1878, Nr. 4, S. 68—69). Die vom Verf. vorgeschlagene Methode beruht darauf, dass man die Kanten eines unregelmässigen Tetraëders berechnen kann, wenn man die Längen derselben gemessen und aus diesen die ebenen Winkel seiner Flächen hergeleitet hat. Das Verfahren ist das folgende: Man wählt unter dem Mikroskop auf dem in ganz beliebiger Position befindlichen Krystalle vier leicht wieder zu erkennende Stellen aus, von denen zwei auf der zu messenden Kante, die beiden anderen auf je einer der sie bildenden Flächen gelegen sind. Es werden nunmehr die horizontalen Distanzen dieser vier Punkte mit einem Ocularmikrometer, die verticalen mit Hülfe der Feinstellschraube des Mikroskopes gemessen, wobei deren gezähnter Rand wie ein kleiner Theilkreis benutzt wird. Zur Controle der linearen Distanzen kann man das Ocular durch eine camera lucida ersetzen und den Krystall mit jenen vier Punkten und dem Maassstab der Mikrometerskala zeichnen. Man kennt nun die Seiten des Tetraëders, dessen Ecken von den erwähnten vier Punkten bestimmt sind, berechnet daraus die ebenen Winkel dreier der dreiseitigen Flächen desselben und schliesslich das von diesen gebildete sphärische Dreieck, deren eine Kante die gesuchte Krystallkante ist.

Der Verf. giebt keine Zahlenresultate an, sondern theilt nur mit, dass er die Winkel von Krystallen, deren Dimensionen unter 0,01 mm waren, auf 1° genau habe messen können*).

Ref.: L. Calderon.

6. L. L. de Koninck (in Lüttich): **Karpholith von Meuville (Rahier) in den Ardennen** (Bull. de l'Acad. roy. de Belg. (2) **47,** Nr. 5, Mai 1879). Dieses vor Kurzem von Herrn L. Donckier entdeckte Mineral findet sich in nicht abgerollten, aber oberflächlich mehr oder weniger zersetzten Geschieben, zerstreut auf dem Hügel zwischen Meuville und Xhierfomont. Diese Geschiebe bestehen aus weissem Quarz und einem quarzreichen Gesteine, welches durch Eisen- und Manganverbindungen violettroth gefärbt erscheint, und sind, wie alle benachbarten Gesteine, mit schwarzen Ueberzügen von Manganoxyden bedeckt. Trotz verschiedener Versuche war es dem Verf. nicht möglich, das Mineral, welches wahrscheinlich unregelmässigen, die manganhaltigen Schiefer von Salm durchsetzenden Gängen angehört, anstehend zu finden. In den erwähnten Geschieben bildet es parallelfasrige Krusten oder kleine unregelmässige, mehr oder weniger divergent fasrige, innig mit Quarz gemengte Partieen, ähnlich wie der Karpholith von Wippra; seine Farbe ist jedoch die hellgelbe desjenigen von Schlaggenwalde. Das spec. Gewicht eines, nach der darauf vorgenommenen Analyse 25% Quarz enthaltenden Exemplars ergab sich zu 2,823, woraus für das spec. Gewicht der reinen Substanz folgt: 2,876.

Die Fasern des Minerals besitzen einen merklichen Pleochroismus, indem die parallel ihrer Axe schwingenden Strahlen fast farblos, die dazu senkrechten tief gelb gefärbt sind. Die Analyse der möglichst von seinen Begleitern befreiten Substanz ergab:

---

*) Gegen die Genauigkeit der Messung der verticalen Distanzen nach dieser Methode dürften wohl dieselben Einwendungen zu erheben sein, wie gegen die des Hrn. Hirschwald (s. vor. S.), besonders ist zu bemerken, dass der Verf. eine Controle für die jedenfalls besser messbaren horizontalen Abstände einführt, während die einer Controle weit mehr bedürfenden verticalen Distanzmessungen einer solchen entbehren. Der Ref.

SiO^2	24,57
Al^2O^3	19,91
Fe^2O^3	1,50
MnO	11,88
MgO	0,27
CaO	Spur
K^2O u. Na^2O	0,36
Li^2O	Spur
CuO	0,22
H^2O	7,42
Cl	Spur
Quarz	33,78
	99,91

Eisenoxyd, Fluor und Titansäure waren nicht vorhanden. Im geschlossenen Rohr erhitzt, giebt das Mineral Wasser, welches stark auf Salzsäure reagirt, welche hierbei wohl der Einwirkung der Kieselsäure und des Wassers auf ein beigemengtes Chlorid ($NaCl$?) ihre Entstehung verdankt. An freier Luft erhitzt, wird die Substanz hell chocolatbraun, im Wasserstoffstrom grau; der Glühverlust ist in letzterem nur wenig grösser, als im Luftstrom, welche Differenz ohne Zweifel von der Reduction eines Theils des Fe^2O^3 durch H herrührt, während in beiden Fällen das Mangansilikat unverändert bleibt.

Die auf 100 quarzfreie Substanz berechneten Analysenresultate, verglichen mit den von der Formel des Karpholith: $H^4MnAl^2Si^2O^{10}$ geforderten Zahlen betragen:

		Berechnet:
SiO^2	37,15	36,58
Al^2O^3	30,11	31,03
Fe^2O^3	2,27	—
MnO	17,97	21,51
MgO	0,41	—
K^2O u. Na^2O	0,54	—
CuO	0,33	—
H^2O	11,22	10,88
	100,00	100,00

Ref.: P. Groth.

7. Derselbe, Rhodochrosit von Moët-Fontaine (Rahier) in den Ardennen (Ebenda, Mai 1879). Herr O. Firket hat kürzlich in den »Annales d. l. soc. géol. d. Belg.«, 1878 S. 15, die an benanntem Orte in Betrieb stehende Lagerstätte von Eisenmangancarbonat beschrieben. Das Erz derselben ist durchschnitten von einer Unzahl kleiner Quarzgänge, meist erst im Schliff unter dem Mikroskop hervortretend, bis zu mehreren Centimetern Dicke. In einem dieser grösseren Gänge fand der Verf. einen sehr schön rosenrothen Carbonspath, welcher sich an der Luft nur schwach bräunte und bei der Analyse ergab:

$MnCO^3$	92,41
$FeCO^3$	0,64
$CaCO^3$	5,86
$MgCO^3$	1,12
	100,03

Dies wäre also reiner Manganspath, Rhodochrosit oder Dialogit, fast ganz frei von Eisen, während die umgebende Mineralmasse ungefähr gleiche Mengen *Mn* und *Fe* enthält. Die Bildung dieses Minerals beruhte wahrscheinlich auf der weniger leichten Oxydirbarkeit des *MnO* gegenüber dem *FeO*, indem das letztere in unlösliches Eisenoxydhydrat umgewandelt wurde, während kohlensaures Wasser das Mangancarbonat auflösen und in den, bereits den Quarz enthaltenden Spalten wieder krystallisirt absetzen konnte.

Ref.: P. Groth.

8. **G. Tschermak** (in Wien): **Optisches Verhalten von Korundkrystallen** (Tschermak's min. u. petrogr. Mittheil. 1878, S. 362—364). Manche der kleinen Korundkrystalle von Ceylon haben ein monosymmetrisches Ansehn, indem von den drei Flächenpaaren des Rhomboëders eines stark vorherrscht; an solchen fand der Verf. deutliche optische Zweiaxigkeit, deren Orientirung der monosymmetrischen Form entsprach: die Ebene der optischen Axen ist senkrecht zur Symmetrieebene; der Axenwinkel betrug an einem klaren Krystall $10^0\ 28'$ für *Na*, doch konnte nicht gemessen werden, wie viel die Mittellinie von der Normalen zur Basis abwich, da letztere nicht genügend eben war. Diese Krystalle sind gewöhnlich in der Mitte einaxig und zeigen im parallelen Licht daselbst ein feines Gewirr von Theilchen, während sie nach aussen hin ziemlich homogen zweiaxig sind. Eingeschlossene tetragonale Krystalle sind wahrscheinlich Rutil.

An einem blauen Korund von Kischtym am Ural sah der Verf. auf der Endfläche Streifungen, welche den Eindruck einer Drillingsverwachsung mit unregelmässigen Grenzen machten; im polarisirten Lichte zeigte sich bald ein verwaschenes Kreuz, bald die Erscheinung zweiaxiger Körper, wobei die Orientirung in jedem Sector der am Korund von Ceylon beobachteten entsprach.

Der Korund von Barsowska am Ural zeigt besonders schönen Wechsel von blauen und farblosen Schichten. Unter dem Mikroskope zeigen sich zwischen den einaxigen Partikeln zweiaxige, ebenso orientirt, wie beim vorigen, d. h. in drei, um je 120^0 verschiedenen Stellungen. Die blauen Schichten scheinen einen grösseren Axenwinkel zu haben, als die farblosen.

Der Verf. macht gelegentlich diesen Thatsachen, aus denen man schliessen könnte, dass manche Korunde aus zweiaxigen, monosymmetrisch krystallisirenden Partikeln zusammengesetzt wären, darauf aufmerksam, dass die schaalige Zusammensetzung nach *R* oft nur nach zwei Flächen geht, und dass auch die Streifung auf der Basis mancher Krystalle einem monosymmetrischen Baue entspricht. Die zuweilen auftretende schalige Zusammensetzung nach *oR* würde darauf hindeuten, dass lamellare Zwillingsbildung nach dem beim Glimmer beobachteten Gesetze vorhanden sei.

Ref.: P. Groth.

Nachtrag zu dem Druckfehlerverzeichniss des 3. Bandes:

Seite 290 Zeile 16 von unten setze: »über $\infty P \breve{\infty}$«, statt: »über der Kante«.
– 304 – 10 – – – »Boubigny« – »Bombigny«.
– 305 – 21 – oben – »wurde« – »werde«.
– 307 – 7 – unten fehlt: »$a = \infty P \bar{\infty}(100)$«.
– 308 – 10 – oben setze: »$2,\bar{P}'\infty$ u. $2'\bar{P},\infty$« statt: »$2,P'\breve{\infty}$ u. $2'P,\breve{\infty}$«.

XIV. Ueber das Verwitterungsellipsoid rhomboëdrischer Krystalle.

Von

L. Sohncke in Karlsruhe.

Nach den vor einer längeren Reihe von Jahren veröffentlichten interessanten Untersuchungen des Herrn Pape*) geht die Verwitterung wasserhaltiger Krystalle in der Weise vor sich, dass bei hinreichend gesteigerter Temperatur auf den Krystallflächen unregelmässig vertheilte Verwitterungsflecke entstehen, welche im Allgemeinen elliptische (oder doch nahezu elliptische) Gestalt besitzen. Die auf verschiedenen Flächen desselben Krystalls auftretenden Verwitterungsflecke stehen nach Herrn Pape zu einander in einer sehr einfachen Beziehung: es sind nämlich jene Ellipsen, welche man erhält, wenn man ein für die vorliegende krystallisirte Substanz charakteristisches und zu den Krystallaxen bestimmt gelegenes Ellipsoid mit den betreffenden Krystallflächen durchschneidet. Denkt man also die Verwitterung von irgend einem Punkt im Innern des Krystalls ausgehend, so schreitet sie nach den verschiedenen Richtungen im Allgemeinen ungleich schnell vorwärts; und in jedem Moment ist die verwitterte Masse von einer ellipsoidischen Oberfläche begrenzt; diese ist das Verwitterungsellipsoid. Dieses Verhalten entspricht der Wärmeleitung und einigen anderen Eigenschaften der Krystalle, deren jede durch die Radiivektoren eines Ellipsoides als Function der Richtung dargestellt wird. Jedoch findet ein wesentlicher Unterschied statt; es soll nämlich nach Herrn Pape bei den rhomboëdrischen Krystallen das Verwitterungsellipsoid eine Kugel sein, während diejenigen Ellipsoide, welche die anderen Eigenschaften darstellen, hier Rotationsellipsoide sind, deren Rotationsaxe parallel der Hauptaxe. Herrn Pape's Beobachtungen beziehen sich auf drei rhomboëdrische Substanzen: unterschwefelsaures Blei ($Pb\,S_2\,O_6 + 4$ aq), unter-

---

*) Ueber d. Verwitterungsellipsoid wasserhaltiger Krystalle. Poggend. Ann. **124**, 329, 1865, **125**, 513, 1865. Ueber d. Verwitterungsellips. u. d. krystallogr. rechtwinklige Axensyst. d. Kupfervitr. Pogg. Ann. **133**, 364, 1868.

schwefelsaures Strontium ($Sr\,S_2\,O_6 + 4$ aq) und unterschwefelsaures Calcium ($Ca\,S_2\,O_6 + 4$ aq). Aber wirkliche Messungen der Flecke hat er nur bei dem erstgenannten Salze ausgeführt, während er sich bei den beiden anderen lediglich auf das unmittelbare Urtheil des Auges verliess. Die gemessenen Flecke waren solche auf zweierlei Rhomboëderflächen und auf der geraden Endfläche; und zwar wurde »das Verhältniss zweier, nach zwei beliebig gewählten senkrechten Richtungen gelegenen Durchmesser gemessen. Als eine der Richtungen wurde gewöhnlich eine einer Kante der beobachteten Fläche parallele Linie gewählt«*). Um zu entscheiden, ob die Verwitterungsoberfläche eine Kugel oder ein Rotationsellipsoid ist, wäre es am zweckmässigsten gewesen, immer diejenigen beiden Durchmesser zu messen, welche parallel und senkrecht zu der von der Rhomboëderfläche und der geraden Endfläche gebildeten Kante liegen, weil diesen der grösste Längenunterschied zukommt, falls die Verwitterungsfläche keine Kugel ist. Wären immer nur diese gemessen worden, so wäre das Ergebniss vielleicht ein anderes gewesen. Herr Pape hielt indessen sein Resultat für so sicher, dass er sich zu Betrachtungen von allgemeinerer Natur über die Verwandtschaft des hexagonalen und regulären Krystallsystems, in welch' letzterem ja die Verwitterungsfläche ebenfalls eine Kugel ist, veranlasst sah.

Bei Gelegenheit einer Musterung aller physikalischen Eigenschaften der Krystalle, zu welcher mich die Ausarbeitung meiner Theorie der Krystallstructur veranlasste, wurde ich von Neuem auf den Gegenstand aufmerksam und habe ihn seitdem einer eingehenderen Untersuchung unterzogen, zu welcher mir das hauptsächlichste Material durch die Freundlichkeit meines Collegen Herrn Hofrath C. Birnbaum zur Verfügung gestellt wurde. So konnte ich an allen drei von Herrn Pape untersuchten Salzen Messungen der Verwitterungsflecke ausführen. — Unter allen Ellipsen, welche als ebene Schnitte eines Rotationsellipsoides erhalten werden, haben jene Ellipsen die grösste Excentricität, welche in einer durch die Rotationsaxe gelegten Ebene, d. h. in einem Hauptschnitt, liegen. Also musste die Entscheidung darüber, ob bei rhomboëdrischen Krystallen ein Rotationsellipsoid oder eine Kugel als Verwitterungsfläche auftritt, vor Allem an den Verwitterungsflecken eines Hauptschnitts gesucht werden. Nun zeigten die mir zu Gebote stehenden Krystalle, auch nach wiederholtem Umkrystallisiren, nur die gerade Endfläche und verschiedene Rhomboëderflächen (wodurch sie als flache Tafeln mit sechsseitigem Umriss erschienen). Daher schliff ich Ebenen von der Lage eines Hauptschnittes an, nämlich senkrecht auf der geraden Endfläche (und meistens parallel zu einer Seite des sechsseitigen Tafelumrisses).

*) Pogg. Ann. **125**, 556.

Weil die Verwitterungsflecken in ganz unregelmässiger Vertheilung auftreten, so geschieht es oft, dass zwei oder mehrere in einander greifen: dann liegen eben die Centra, von denen die Verwitterung ausging, einander zu nahe. Dieses theilweise Zusammenfallen mehrerer Flecke nimmt natürlich zu mit der absoluten Grösse der Flecke. Und weil bei solchem Ineinandergreifen scharfe Messungen nicht ausführbar sind, so thut man gut, möglichst kleine Flecke zu messen, also die Verwitterung möglichst bald zu unterbrechen (durch Herausnahme des Krystalls aus dem heissen Luftbade). In der That sind die kleineren Flecke regelmässiger. Bei zu rapider Erhitzung bis zur Verwitterungstemperatur (etwa 53° C. beim Bleisalz, 78 bis 85° C. bei den beiden anderen Salzen) scheint die ganze Fläche beinahe gleichmässig zu verwittern, indem winzigste Flecke dicht gedrängt liegen. Diese Art der Verwitterung ist natürlich zu Messungen ganz ungeeignet. — Die absoluten Dimensionen der von mir untersuchten Flecke lagen immer zwischen 0,013 und 0,086 mm; am häufigsten betrugen die Durchmesser 0,02 bis 0,04 mm. Die von Pape gemessenen Flecke hatten etwa 10 mal so grosse Dimensionen. Ich mass bei 150 facher Vergrösserung, und zwar vermittelst eines Ocularmikrometers, das um die Sehaxe des Mikroskops gedreht und daher leicht in zwei zu einander senkrechte Stellungen gebracht werden konnte. Dadurch war die Messung zweier auf einander senkrechter Fleckdurchmesser eine höchst einfache Sache. Von einem Skalentheil des Ocularmikrometers liessen sich allenfalls noch Fünftel schätzen. Während man bei Beleuchtung von oben nur mässig deutliche weisse Flecke auf dunklem Grunde sieht, so erscheinen sie bei Beleuchtung von unten, wenn zugleich alles Oberlicht abgeblendet ist, als scharf begrenzte dunkle (und zwar tiefbraune) Flecke auf hellem Grunde. Ich wandte daher immer die letztere Beleuchtung an. Das Ergebniss meiner sehr zahlreichen Beobachtungen ist: dass die Verwitterungsfläche bei den genannten drei rhomboëdrischen Salzen jedenfalls keine Kugel ist, sondern sich mit ziemlicher Annäherung als Rotationsellipsoid ansehen lässt.

Um ein Urtheil über den Grad der Zuverlässigkeit dieses Ergebnisses zu ermöglichen, will ich wenigstens für eins der drei Salze (unterschwefelsaures Strontium) die Beobachtungen im Detail mittheilen, für die beiden anderen Salze aber nur im Auszuge.

I. Unterschwefelsaures Strontium. $Sr S_2 O_6 + 4$ aq.

Die Verwitterungsflecke auf den Hauptschnitten sind anscheinend elliptisch, der kurze Durchmesser c fällt mit der krystallographischen Hauptaxe (C) zusammen; manche Flecke jedoch boten mehr das Aussehen eines parallel zu einem Seitenpaar verlängerten Sechsecks mit gerundeten Ecken dar. Die folgende Tabelle S. 228 enthält die in Skalentheilen des Ocularmikrometers

ausgedrückten Längen des grössten und kleinsten Durchmessers (a und c) von 54 Verwitterungsflecken, die auf drei verschiedenen Hauptschnitten entstanden waren; ferner das Verhältniss $\frac{a}{c}$ beider Durchmesser für jeden Fleck. Die ersten beiden Hauptschnitte sind parallel einer Seite des sechsseitigen Tafelumrisses angeschliffen, der dritte senkrecht auf einer Seite.

Hauptschnitt 1			Hauptschnitt 2			Hauptschnitt 3		
c	a	$\frac{a}{c}$	c	a	$\frac{a}{c}$	c	a	$\frac{a}{c}$
3½	4	1,14	6	7¼	1,21	3½	4	1,14
5	6	1,20	6	7	1,17	4¾	5½	1,16
2¼	3	1,33	5	6	1,20	3	3½	1,17
4¼	5½	1,29	4¼	5½	1,29	4¼	5¼	1,24
3½	4	1,14	5	6	1,20	4	5	1,25
3	3¼	1,08	4	5	1,25	4	5	1,25
4	5	1,25	5	6	1,20	5	6	1,20
3½	4	1,14	3¾	4¼	1,13	4	5	1,25
6	7	1,17	3½	4¼	1,21	4	5	1,25
5½	7	1,27	4¾	5	1,05	5	6	1,20
3	3½	1,17	4½	5	1,11	5½	7	1,27
3¼	4	1,23	8	9	1,12	5	5¾	1,15
5	6	1,20	5	6	1,20	4⅕	4¾	1,13
5½	7	1,27	5	6	1,20	5⅕	6⅕	1,19
3¼	4	1,23				3¼	3¾	1,15
5	6	1,20				5⅕	6	1,15
4	4¾	1,19						
4	5	1,25						
4¼	5½	1,29						
6	6¾	1,12						
6	7	1,17						
4	5	1,25						
5¾	6¾	1,17						
5¼	6¾	1,28						
Mittel $\frac{29,03}{24} = 1,210$			$\frac{16,54}{14} = 1,181$			$\frac{19,15}{16} = 1,197$		

Das Mittel aller 54 Werthe für $\frac{a}{c}$ beträgt: **1,199**. Die Verwitterungsflecke sind also jedenfalls keine Kreise, die Verwitterungsoberfläche also sicher keine Kugel.

Es schien mir nun noch wünschenswerth, dies Ergebniss durch Beobachtung der Verwitterungsflecke auf den Rhomboëderflächen zu bestätigen und zugleich zu ermitteln, ob sich wirklich die Verwitterungsflecke der verschiedenen Flächen auf ein und dasselbe Rotationsellipsoid beziehen lassen, nämlich auf jenes abgeplattete, als dessen Meridianschnitte die vorher beobachteten Flecke vom Durchmesserverhältniss 1 : 1,199 anzusehen sind. Mit dem Anlegegoniometer fand ich den Winkel der zu den Beobachtungen benutzten Rhomboëderflächen gegen die gerade Endfläche $= 60^0\ 6'$ (Mittel aus acht Messungen). In Rammelsberg's krystallogra-

phischer Chemie findet man als krystallographisches Axenverhältniss angegeben $a : c$ (Hauptaxe) $= 1 : 1{,}5024$, woraus sich der von mir gemessene Winkel zu $60^0\ 2'$ berechnet. Ich werde der einfacheren Rechnung wegen den Winkel $= 60^0$ annehmen, was bei der geringen Genauigkeit der Fleckenmessungen keinen merklichen Fehler im Endergebniss verursachen kann. — Durchschneidet man ein Rotationsellipsoid, dessen Halbaxen a und c sind (c die Rotationsaxenrichtung), mit einer Ebene, die unter dem Winkel ω gegen die Aequatorebene geneigt ist, so hat man für das Axenverhältniss $\frac{a}{b}$ der Schnittellipse die Gleichung:

$$\left(\frac{a}{b}\right)^2 = \left[\left(\frac{a}{c}\right)^2 - 1\right] . \sin^2 \omega + 1$$

Für $\omega = 60^0$ und $\frac{a}{c} = 1{,}199$ folgt hieraus: $\frac{a}{b} = 1{,}1526$.

Dies ist das zu erwartende Axenverhältniss der Verwitterungsflecke auf den Rhomboëderflächen, unter der Voraussetzung, dass wirklich ein Verwitterungsellipsoid existirt.

Die Beobachtungen sind in folgender Tabelle zusammengestellt; darin bedeutet b den in den Hauptschnitt fallenden Fleckdurchmesser, a den darauf senkrechten. Letzterer Durchmesser ist überall der grössere. Bei diesen Flecken ist mir ein eckiges Aussehen weniger aufgefallen. Auf der einen Rhomboëderfläche wurden 22, auf der anderen 13 Flecken gemessen.

Rhomboëderfläche 1			Rhomboëderfläche 2		
b	a	$\frac{a}{b}$	b	a	$\frac{a}{b}$
5	$5\frac{1}{2}$	1,10	$4\frac{3}{4}$	$5\frac{3}{4}$	1,21
4	$4\frac{1}{4}$	1,06	4	$4\frac{1}{2}$	1,12
4	$4\frac{1}{2}$	1,12	$4\frac{1}{2}$	5	1,11
5	$5\frac{3}{4}$	1,15	$3\frac{1}{4}$	4	1,23
$4\frac{1}{2}$	5	1,11	$7\frac{1}{5}$	$8\frac{1}{2}$	1,18
$4\frac{1}{4}$	5	1,18	5	$5\frac{3}{4}$	1,15
$4\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{4}$	1,17	$9\frac{1}{2}$	11	1,16
$4\frac{1}{2}$	5	1,11	4	$4\frac{1}{2}$	1,12
4	$4\frac{1}{2}$	1,12	$3\frac{4}{5}$	$4\frac{1}{5}$	1,11
$3\frac{3}{4}$	4	1,07	$4\frac{1}{4}$	$4\frac{3}{4}$	1,12
$5\frac{1}{5}$	$5\frac{3}{4}$	1,11	5	6	1,20
$4\frac{1}{4}$	5	1,18	$4\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{2}$	1,22
4	$4\frac{1}{2}$	1,12	5	$5\frac{3}{4}$	1,15
4	5	1,25			
5	6	1,20			
$4\frac{1}{4}$	5	1,18			
$4\frac{1}{4}$	$5\frac{1}{4}$	1,24			
4	$4\frac{1}{2}$	1,12			
$3\frac{3}{4}$	4	1,07			
$4\frac{1}{2}$	5	1,11			
4	5	1,25			
$4\frac{1}{4}$	$5\frac{1}{5}$	1,22			
Mittel $\frac{25{,}24}{22} = 1{,}147$			Mittel $\frac{15{,}08}{13} = 1{,}160$		

Das Mittel aller 35 Werthe für $\frac{a}{b}$ beträgt: **1,152**, also mit überraschender Genauigkeit so viel als theoretisch erwartet wurde.

Endlich habe ich auch noch mehrere Verwitterungsflecke auf der geraden Endfläche gemessen; sie stellten sich in ziemlich vollkommener Weise als Kreise heraus (mit den Durchmessern 4; $6\frac{1}{2}$ u. s. f.), nur bisweilen mit schwacher Annäherung an eine aus drei Bögen zusammengesetzte rundlich dreieckige Gestalt. Hiernach kann die Verwitterungsfläche beim unterschwefelsauren Strontium wenigstens nahezu als ein abgeplattetes Rotationsellipsoid mit dem Axenverhältniss $c : a = 1 : 1,199$ angesehen werden.

II. Unterschwefelsaures Calcium $CaS_2O_6 + 4$ aq.

Hier möge es genügen, nur die Mittelwerthe der Durchmesserverhältnisse auf den einzelnen Flächen anzugeben. Die Bedeutung der Buchstaben a, b, c ist dieselbe wie vorher. Unter z steht die Anzahl der Beobachtungen von verschiedenen Flecken, woraus die betreffende Mittelzahl gewonnen wurde.

Die Beobachtungen wurden an vier verschiedenen Hauptschnitten und an drei Rhomboëderflächen angestellt:

	$\frac{a}{c}$	z
Hauptschnitt 1	1,237	14
- 2	1,199	7
- 3	1,212	4
- 4	1,176	19

Der Mittelwerth der 44 beobachteten Verhältnisse $\frac{a}{c}$ ist $=$ **1,202**, also so gut wie übereinstimmend mit dem entsprechenden Werthe beim Strontiumsalz.

	$\frac{a}{b}$	z
Rhomboëderfläche 1	1,193	6
- 2	1,132	14
- 3	1,174	18

Das Mittel aller 38 Werthe für $\frac{a}{b}$ ist **1,161.**

Der Winkel der zu den Beobachtungen benutzten Rhomboëderflächen gegen die gerade Endfläche beträgt wieder nahe 60°; denn dieses Salz ist mit dem vorigen isomorph; auch überzeugte ich mich von diesem Winkelwerth durch einige Messungen mit dem Anlegegoniometer. — Es ist ersichtlich, dass sämmtliche Verwitterungsflecke verschieden von Kreisen sind; nur auf der geraden Endfläche fanden sich ziemlich vollkommene Kreise

(mit den Durchmessern $4\frac{4}{5}$, 5, $6\frac{1}{2}$ u. s. f.). Also ist die Verwitterungsfläche jedenfalls keine Kugel. Vielmehr lehren die Beobachtungen, dass sie nicht sehr verschieden von einem abgeplatteten Rotationsellipsoid vom Axenverhältniss $c : a = 1 : 1,202$ sein kann, denn bei dieser Annahme ergiebt sich für das Axenverhältniss der Verwitterungsflecke auf obigen Rhomboëderflächen der Werth 1,155, welcher mit dem beobachteten Werthe 1,161 hinreichend übereinstimmt.

III. Unterschwefelsaures Blei $PbS_2O_6 + 4$ aq.

Auch hier will ich nur die Mittelwerthe der Verhältnisse des grössten und kleinsten Durchmessers der Flecke mittheilen. Die Beobachtungen wurden an drei verschiedenen Hauptschnitten angestellt. Anders als bei den vorigen zwei Salzen fiel hier der längste Durchmesser mit der krystallographischen Hauptaxe C zusammen; er heisse wieder c; dann gebe ich hier das Verhältniss $\frac{c}{a}$ an.

	$\frac{c}{a}$	z
Hauptschnitt 1	1,071	14
- 2	1,114	26
- 3	1,102	11

Das Mittel aller 51 Werthe von $\frac{c}{a}$ ist **1,100.** (Dies Resultat habe ich schon in meiner »Entwicklung einer Theorie der Krystallstructur. Leipzig, Teubner 1879«, auf Seite 233 mitgetheilt.) Die Verwitterungsflecke sind also auch hier nicht kreisförmig; doch ist ihre Excentricität merklich geringer als bei den vorigen zwei Salzen. Setzt man als Verwitterungsfläche wieder ein Rotationsellipsoid voraus, so ist dasselbe jetzt ein verlängertes, mit dem Axenverhältniss $c : a = 1,100 : 1$.

Auf anderen Flächen habe ich bei diesem Salze keine Verwitterungsflecke gemessen, weil unter Voraussetzung jenes Verwitterungsellipsoides die Abweichung der Flecken von der Kreisgestalt eine zu geringe gewesen wäre, um noch hinreichend gut erkennbar zu sein, wie sie ja auch Hrn. Pape bei seinen Messungen an den Flecken der Rhomboëderflächen dieses Salzes entgangen ist.

Zusammenfassung. Die Verwitterungsflächen der rhomboëdrisch krystallisirenden unterschwefelsauren Salze des Strontium, Calcium und Blei sind jedenfalls nicht Kugeln; vielmehr lassen sie sich angenähert als Rotationsellipsoide auffassen; und zwar ist dasjenige der beiden ersteren Salze ein abgeplattetes mit dem Axenverhältniss 10 : 12 (angenähert), dasjenige des Bleisalzes aber ist ein verlängertes mit dem Axenverhältniss 11 : 10.

Karlsruhe, im September 1879.

XV. Krystallographisch-optische Untersuchungen organischer Körper.

Von

L. Calderon in Strassburg.

(Mit 13 Holzschnitten.)

---

1. Salpetersaures Cytisin.

$C^{20}H^{27}N^{3}O \,.\, 2(NO^{3}H) + 2H^{2}O.$

Krystalle aus der Fabrik des Herrn Schuchardt in Görlitz.

Krystallsystem monosymmetrisch.

Fig. 1.

$$a : b : c = 0,8039 : 1 : 0,7190$$
$$\beta = 68^{0}\ 13'.$$

Gelbe durchsichtige Krystalle von würfelähnlichem, kurzprismatischem Habitus (s. Fig. 1). Beobachtete Formen: $m = \infty P(110)$, $c = oP(001)$, $q = \not{P}\infty(011)$, $d = -\not{P}\infty(101)$, $d' = +\not{P}\infty(10\bar{1})$, $b = \infty\not{P}\infty(010)$.

	Beobachtet:	Berechnet:
$c : m = (001)(110) =$	*72° 42′	—
$m : m = (110)(1\bar{1}0)$	*73 28	—
$q : c = (011)(001)$	*33 44	—
$d : d' = (101)(10\bar{1})$	96 49	96° 52′
$d' : c = (10\bar{1})(00\bar{1})$	51 43	51 11
$d : c = (101)(001)$	31 45	31 56
$d : q = (101)(011)$	44 56	45 7
$d' : q' = (10\bar{1})(01\bar{1})$	59 20	58 35
$m : q = (110)(011)$	54 20	54 35
$m' : q = (1\bar{1}0)(011)$	85 14	85 8
$m : d = (110)(101)$	49 50	49 45

	Beobachtet:	Berechnet:
$q : q' = (011)(01\bar{1})$ =	112° 25′	112° 32′
$q : b = (011)(010)$	56 18	56 16
$d' : m = (10\bar{1})(110)$	66 21	66 30

Keine deutliche Spaltbarkeit. Ebene der optischen Axen $\infty \mathcal{P} \infty (010)$. Erste Mittellinie bildet mit der Axe c 50° 30′ für *Na*-Licht im stumpfen Winkel β (stauroskopische Messung).

Wahre Winkel der optischen Axen:

$$2V = 38^0\ 22' \ (Li)$$
$$38\ \ 49 \ (Na)$$
$$39\ \ 26 \ (Tl)$$

Doppelbrechung sehr stark, positiv.

2. Metanitranilin.

$C^6H^4 . NO^2 . NH^2$. Schmelzpunkt 110°.

Krystallsystem rhombisch.

$$a : b : c = 0,7451 : 1 : 0,7266.$$

Fig. 2.

Dunkel gelbrothe Krystalle von prismatischem Habitus: Combination: $o = P(111)$, $m = \infty \breve{P} 2 (120)$, $n = \infty \breve{P} 4 (140)$ (s. Fig. 2).

	Beobachtet:	Berechnet:
$o : o = (111)(1\bar{1}1)$ =	*56° 9′	—
$o : o = (111)(\bar{1}11)$	78 38	78° 50′
$n : n = (140)(1\bar{4}0)$	*37 7	—
$m : m = (120)(1\bar{2}0)$	67 44	67 44
$m : n = (120)(140)$	15 14	15 19

Spaltbarkeit $\parallel \infty \bar{P} \infty (100)$ vollkommen. Optische Axenebene $\infty \bar{P} \infty$ (100). Durch eine Platte parallel (010) beide Axen in Oel sichtbar, mit sehr grossem Winkel.

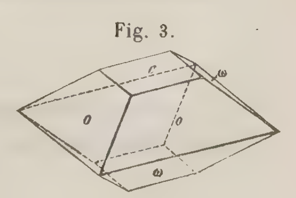
3. Dinitroparaxylol.

$C^6H^2(CH^3)^2(NO^2)^2$. Schmelzpunkt 93°.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,1572 : 1 : 0,9948$$
$$\beta = 72^0\ 21'.$$

Fig. 3.



Blassgelbe, dick tafelförmige Krystalle (siehe Fig. 3) der Form: $o = -P(111)$, $\omega = +P(11\bar{1})$, $c = oP(001)$, $+\mathcal{P}\infty(\bar{1}01)$ (nicht messbar).

	Beobachtet:	Berechnet:
$o : c = (111)(001) =$	*44° 49′	—
$\omega : c' = (11\bar{1})(00\bar{1})$	*59 32	—
$o : \omega = (111)(\bar{1}11)$	63 26	—
$o : o = (111)(1\bar{1}1)$	64 26	64° 27′
$\omega : \omega = (11\bar{1})(1\bar{1}\bar{1})$	81 24	81 24
$o : \omega = (111)(11\bar{1})$	75 41	75 39

Spaltbarkeit nicht beobachtet. Die Auslöschungsrichtungen auf (001) parallel den Diagonalen.

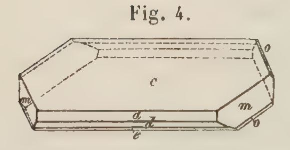
4. Azobenzol.

$C^6H^5—N=N—C^6H^5$. Schmelzpunkt 66°,5.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 2,1313 : 1 : 1,3438$$
$$\beta = 65^0\ 22'.$$

Fig. 4.



Grosse rothe Krystalle, tafelförmig nach c und verlängert nach der Axe b. Beobachtete Formen: $c = oP(001)$, $m = \infty P(110)$, $d = +2P\!\!\!/\infty(20\bar{1})$, $o = +P(11\bar{1})$, $e = +\frac{4}{3}P\!\!\!/\infty(40\bar{3})$, $a = \infty P\!\!\!/\infty(100)$.

	Beobachtet:	Berechnet:
$m : c = (110)(001) =$	*78° 59′	—
$m : m = (110)(1\bar{1}0)$	*54 16	—
$c : e = (00\bar{1})(40\bar{3})$	*49 31	—
$c : a = (001)(100)$	65 30	65° 22′
$c : d = (00\bar{1})(20\bar{1})$	67 29	67 31
$c : o = (001)(\bar{1}11)$	61 9	61 21
$o : m = (\bar{1}11)(\bar{1}10)$	39 37	39 40
$d : r = (20\bar{1})(40\bar{3})$	17 50	17 52

Keine deutliche Spaltbarkeit. Optische Axenebene Symmetrieebene $= (010)$. Eine Auslöschungsrichtung (erste Mittellinie) in der Symmetrieebene $62\frac{1}{2}{}^0$ im spitzen Winkel β mit der Axe c bildend (stauroskopische Messung).

Winkel der optischen Axen:

$$2H_a = 5^0\ 19'\ (Li)$$
$$39\ \ 20\ (Na)$$

(Tl wegen vollkommener Absorption nicht sichtbar.)

Doppelbrechung +.

5. Chinasäure.

$C^6H^7(OH)^4COOH$.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}5901 : 1 : 0{,}6391$$
$$\beta = 48^0\, 28'.$$

(s. A. Knop, Annalen der Chem. und Pharm. **119**, 327.)

Weisse Krystalle, tafelförmig nach oP. Beobachtete Formen: $\infty P = (110)$, $oP = (001)$, $-P = (111)$, $+P = (\bar{1}11)$, $\frac{3}{2}R\infty = (032)$, $\infty R\infty = (010)$. Meine Messungen zeigen zum Theil nicht unbeträchtliche Differenzen von denen Knop's, wie folgende Tabelle zeigt:

	Knop:		Calderon:
	Beobachtet:	Berechnet:	Beobachtet:
$(110)(1\bar{1}0)$ =	*47⁰ 40′	—	46⁰ 7′
$(110)(001)$	*52 40	—	53 48
$(032)(0\bar{3}2)$	*71 20	—	71 39
$(11\bar{1})(00\bar{1})$	67 48	67⁰ 55′	—
$(11\bar{1})(110)$	58 40	59 30	58 38
$(11\bar{1})(111)$	—	83 21	84 27
$(111)(1\bar{1}1)$	—	28 16	28 55
$(011)(0\bar{1}1)$	52 approx.	51 10	53 48
$(11\bar{1})(1\bar{1}\bar{1})$	57 -	56 12	—
$(011)(001)$	26 -	25 35	26 55

Spaltbarkeit nach $oP(001)$.

Optische Axenebene Symmetrieebene $= (010)$, durch (001) eine Axe sichtbar; dieselbe bildet mit der Normalen zu oP einen Winkel von circa 30⁰ im stumpfen Winkel β.

6. Paranitrotoluol.

$C^6H^4 . NO^2 . CH^3$. Stellung 1. 4. Schmelzpunkt 54⁰.

Krystalle von Herrn Ascher.

Krystallsystem rhombisch.

Nicht messbare matte Krystalle mit den Flächen oP, P und $\infty\breve{P}\infty$. Ebene der optischen Axen $= \infty\bar{P}\infty$. Erste Mittellinie Axe c. Beide Axen in Luft sichtbar mit starker Dispersion $\varrho > v$.

7. Mesitylensäure.

$C^6H^3 . CH^3 . CH^3 . COOH$.

Dargestellt von H. J. Schmitz.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1{,}1665 : 1 : 1{,}2003$$
$$\beta = 63^0\, 17'.$$

Fig. 5.

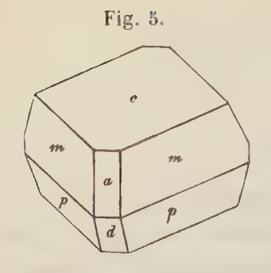
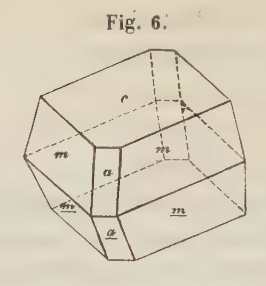


Fig. 6.



Weisse kleine undurchsichtige Krystalle, sämmtlich Zwillinge nach $oP(001)$. Beobachtete Formen: $c = oP(001)$, $m = \infty P(110)$, $d = +P\infty(\bar{1}01)$, $p = +P(\bar{1}11)$, $a = \infty P \infty (100)$ (s. Fig. 5 und 6).

	Beobachtet:	Berechnet:
$p : c = (\bar{1}11)(001) =$	*68° 37′	—
$m : c = (110)(001) =$	*71 42	—
$p : d = (\bar{1}11)(\bar{1}01) =$	*44 47	—
$m : m = (110)(\bar{1}10) =$	37 30	36° 36′
$p : \underline{p} = (11\bar{1})(\overline{\bar{1}11}) =$	42 48	42 46
$m : \underline{a} = (110)(\overline{100}) =$	45 58	45 59
$d : c = (\bar{1}01)(001) =$	58 42	59 7
$a : c = (100)(001) =$	63 11	63 17
$d : \underline{d} = (\bar{1}01)(10\bar{1}) =$	62 33	61 46
$a : \underline{a} = (100)(\overline{\bar{1}00}) =$	53 40	53 26
$d : \underline{a} = (10\bar{1})(\overline{100}) =$	—	57 36

Spaltbarkeit nach $oP(001)$ deutlich.

In der Symmetrieebene liegt eine der Auslöschungsrichtungen fast genau parallel der Basis.

8. α-Brommesitylensäure.

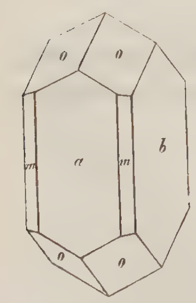
$C^6H^2 . CH^3 . CH^3 . Br . COOH$. Schmelzpunkt 146—147°. Stellung 1.3.4.5.

S. J. H. Schmitz, Ann. der Chem. und Pharm. **193**, 172.

Krystallsystem rhombisch.

$$a : b : c = 0,4630 : 1 : 0,4695$$

Fig. 7.



Weisse trübe Krystalle von prismatischem Habitus und folgenden Formen: $o = \breve{P}2(122)$, $m = \infty P(110)$, $b = \infty \breve{P} \infty (010)$, $a = \infty \bar{P} \infty (100)$ (s. Fig. 7).

	Beobachtet:	Berechnet:
$a : o = (100)(122) =$	*65° 21′	—
$b : o = (010)(122)$	*67 17	—
$b : m = (010)(110)$	66 6	65° 7′
$o : o = (122)(1\bar{2}2)$	46 28	45 26

Keine deutliche Spaltbarkeit.

Optische Axenebene $\infty \bar{P} \infty$. Erste Mittellinie Axe c.

9. β-Brommesitylensäure.

$C^6H^2 . CH^3 . Br . CH^3 . COOH$. Stellung 1.2.3.5. Schmelzpunkt 214—215°.

Schmitz, a. a. O. S. 174.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1{,}1932 : 1 : 0{,}7599$$
$$\beta = 71^0\ 3'.$$

Fig. 8.



Aus Alkohol krystallisirt. Farblos. Beobachtete Formen: $c = oP(001)$, $m = \infty P(110)$, $q = P\!\!\!\!/\,\infty(011)$, $a = \infty P\!\!\!\!/\,\infty(100)$ (s. Fig. 8).

	Beobachtet:	Berechnet:
$m : m = (110)(1\bar{1}0) =$	*96° 53′	—
$m : c = (110)(001)$	*77 34	—
$q : c = (011)(001)$	*35 41	—
$m : a = (110)(100)$	48 23	48° 26′
$a : c = (100)(001)$	70 53	71 3
$q : m = (011)(110)$	52 35	52 37
$q : m' = (0\bar{1}1)(\bar{1}\bar{1}0)$	74 50	74 35

Spaltbarkeit nach oP vollkommen.

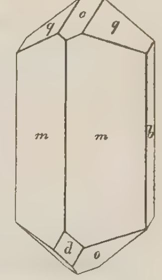
Optische Axenebene senkrecht zur Symmetrieebene.

10. β-Nitromesitylensäure.

$C^6H^2 . CH^3 . NO^2 . CH^3 . COOH$. Stellung 1. 2. 3. 5.

Aus Alkohol krystallisirt. Schmitz, a. a. O. S. 168.

Fig. 9.



Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1{,}1777 : 1 : 0{,}8131$$
$$\beta = 69^0\ 55'.$$

Weisse, etwas trübe und mattflächige Krystalle von prismatischem Habitus. Combination: $m = \infty P(110)$, $q = P\!\!\!\!/\,\infty(011)$, $o = +P(\bar{1}11)$, $b = \infty P\!\!\!\!/\,\infty(010)$, $c = oP(001)$, $d = +2P\!\!\!\!/\,\infty(\bar{2}01)$ (s. Fig. 9).

	Beobachtet:	Berechnet:
$q : c = (011)(001) =$	*37° 22′	—
$m : m = (110)(1\bar{1}0)$	*95 47	—
$c : m = (001)(110)$	*76 41	—
$c : d = (001)(\bar{2}01)$	68 21	67° 56′
$d : m = (20\bar{1})(110)$	60 9	59 16
$o : o = (\bar{1}11)(\bar{1}\bar{1}1)$	74 57	74 10
$d : o = (011)(1\bar{1}\bar{1})$	74 48	74 44

	Beobachtet:	Berechnet:
$d : o = (011)(\bar{1}11)$	32° 0′	31° 59′
$d : m = (011)(110)$	50 45	50 42
$m : o = (\bar{1}10)(\bar{1}11)$	52 46	52 50
$m : b = (110)(010)$	47 44	47 53

Spaltbarkeit nach (001) vollkommen. Beide Axen sichtbar in einer Platte parallel der Basis.

Winkel der optischen Axen:

$$2H_a = 73^0\,14' \; (Li)$$
$$75 \quad 34 \; (Na)$$
$$76 \quad 16 \; (Tl)$$

Doppelbrechung negativ.

11. Diphensäure-Methyläther.

$C^6H^4 . COO . CH^3$
|
$C^6H^4 . COO . CH^3$

Krystalle von Herrn G. Schultz in Strassburg.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,3166 : 1 : 1,1032$$
$$\beta = 66^0\,39'.$$

Fig. 10.

Gelbe, dick tafelförmige Krystalle der Formen: $a = \infty P\infty(100)$, $c = oP(001)$, $m = \infty P(110)$. $d = +P\infty(\bar{1}01)$ (s. Fig. 10).

	Beobachtet:	Berechnet:
$m : m = (110)(\bar{1}10) =$	*79° 13′	—
$m : c = (110)(001)$	*75 22	—
$d : a = (10\bar{1})(100)$	*64 19	—
$m : a = (110)(100)$	50 23	50° 23½′
$a : c = (100)(001)$	66 32	66 39
$d : c = (10\bar{1})(00\bar{1})$	48 58	49 3
$d : m = (10\bar{1})(110)$	73 57	73 58

Spaltbarkeit nach (001).

Optische Axenebene senkrecht zur Symmetrieebene.

12. Isodiphensäure-Methyläther.

$C^6H^4 . COO . CH^3$
|
$C^6H^4 . COO . CH^3$

Liepmann, Beiträge zur Kenntniss des Fluoranthens u. s. Deriv., In.-Dissert. Strassburg 1879.

Krystallsystem asymmetrisch.

$a : b : c = 0,9368 : 1 : 0,5634$
$\alpha = 111^0\ 13'$
$\beta = 125\ \ 50$
$\gamma = \ \ 63\ \ \ 9$

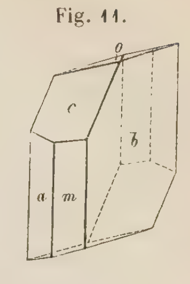


Fig. 11.

Kleine gelbe Krystalle, dick tafelförmig nach (010) ausgebildet, mit den Formen: $a = \infty \bar{P} \infty (100)$, $b = \infty \breve{P} \infty (010)$, $c = oP(001)$, $o = P,(\bar{1}\bar{1}1)$, $m = \infty \breve{P}'_{,9}{}^{7}$ (790) (s. Fig. 11).

	Beobachtet:	Berechnet:
$a : c = (100)(001) =$	*59° 31′	—
$b' : a = (0\bar{1}0)(100)$	*71 30	—
$b' : c = (0\bar{1}0)(001)$	*97 44	—
$b' : o = (0\bar{1}0)(\bar{1}\bar{1}1)$	*76 48	—
$a' : o = (\bar{1}00)(\bar{1}\bar{1}1)$	*84 48	—
$o : c = (\bar{1}\bar{1}1)(001)$	36 21	36° 43′
$m : c = (790)(001)$	53 40	53 40
$m : b = (790)(010)$	71 42	71 31
$m : a = (790)(100)$	36 25	36 59

Keine deutliche Spaltbarkeit.

Einige Krystalle sind Zwillinge nach (010).

Eine Auslöschungsrichtung macht in (010) einen Winkel von circa 22° mit der Kante (010) : (110). Durch eine senkrechte Platte ⊥ (010) eine Axe sichtbar mit sehr starker Dispersion. Der Winkel der Auslöschungsrichtungen der beiden Individuen eines Zwillings, gemessen in einer analog geschliffenen Platte, ergab approximativ für:

Na circa = 10°
Li - = 8.

13. Phenolparasulfosaures Zink.

$(C^6H^5 . OH . SO^3)^2 Zn + 8 H^2O.$

Krystalle von Herrn Flückiger.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$a : b : c = 1,1801 : 1 : 0,8103$
$\beta = 80^0\ 57'.$

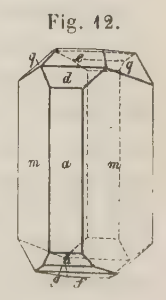


Fig. 12.

Schöne farblose, durchsichtige und bis über Zoll grosse Krystalle von prismatischem Habitus, welche folgende Combination zeigen (s. Fig. 12): $m = \infty P (110)$, $a = \infty P \infty (100)$, $q = P \infty (011)$, $d = -P \infty (101)$, $e = -\frac{1}{3} P \infty (103)$, $g = +P \infty (10\bar{1})$, $h = +\frac{5}{3} P \infty (50\bar{3})$, $f = +\frac{1}{3} P \infty (\bar{1}03)$.

		Beobachtet:	Berechnet:
$q : m'$	$= (011)(\bar{1}10) =$	*66° 39′	—
$q : m$	$= (011)(110)$	*56 28	—
$m : m$	$= (110)(\bar{1}10)$	*81 15	—
$q : q$	$= (011)(0\bar{1}1)$	77 22	77° 22′
$d : a$	$= (101)(100)$	49 23	49 30
$d : m$	$= (101)(110)$	64 56	64 58
$e : a$	$= (103)(100)$	68 55	68 40
$e : m$	$= (103)(110)$	75 20	75 11
$f : a$	$= (\bar{1}03)(\bar{1}00)$	85 54	85 55
$f : m$	$= (\bar{1}03)(\bar{1}10)$	87 10	87 9
$g : a$	$= (\bar{1}01)(\bar{1}00)$	62 36	62 57
$g : m$	$= (\bar{1}01)(\bar{1}10)$	71 28	71 22
$h : a$	$= (\bar{5}03)(\bar{1}00)$	45 22	45 31
$h : m$	$= (\bar{5}03)(\bar{1}10)$	60 40	60 31

Keine deutliche Spaltbarkeit.

Optische Axenebene senkrecht zur Symmetrieebene.

Durch (100) die Hyperbeln beider Axen sichtbar. Eine Auslöschungsrichtung bildet mit der Verticalaxe einen Winkel von 20° 50′ für *Na*-Licht (Stauroskopmessung) im stumpfen Winkel β.

Erste Mittellinieaxe b.

Eine Platte parallel (010) geschliffen, ergab:

$$2H_a = 83^0\ 3'\ Li$$
$$83\ 15\ Na$$
$$83\ 20\ Tl$$

Der stumpfe Winkel ist auch in Oel nicht messbar. Doppelbrechung sehr stark negativ.

14. Diphenyl.

$C^6H^5 — C^6H^5$.

Ueber die Krystallform dieses Körpers hat vor Kurzem C. Bodewig (diese Zeitschr. **3**, 411) mitgetheilt, dass er monosymmetrische Tafeln von 69° 30′ ebenem Winkel der Basis bilde. Ein mir von Herrn G. Schultz übergebener Krystall zeigte dieselbe Form, mit dem Orthopinakoid (100), und das gleiche optische Verhalten, wie es Bodewig angiebt, war aber mit einem zweiten zu einem Zwilling nach einem Hemidoma verwachsen und gestattete ausserdem die Messung des Winkels (110)(001); ich fand für letzteren 87° approx., für den Zwillingswinkel $(001)(00\bar{1})$ 37,5°, und für den ebenen Winkel der Basis 69° (unter dem Mikroskop); daraus folgt, wenn die Zwillingsebene als $+P\infty(101)$ angenommen wird:

$$a : b : c = 1,45 : 1 : 1,37$$
$$\beta = 84,6^0.$$

Hieraus ergiebt sich für den Prismenwinkel (110)($\bar{1}$10) = 69,2⁰.

15. Amidohydrozimmtsäure.

$$C^6H^5 - CH^2 - CH \lt \begin{matrix} NH^2 \\ CO - OH \end{matrix}$$

Schmelzpunkt 121⁰.

E. Posen, Ann. der Chem. **195**, 143.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,8482 : 1 : 2,4612$$
$$\beta = 75^0\ 33'.$$

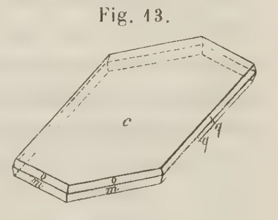


Fig. 13.

Farblose, durchsichtige Krystalle, tafelförmig nach oP(001) und nach Axe a etwas verlängert (siehe Fig. 13), sie zeigen die Combination: $o = -P(111)$, $m = \infty P(110)$, $q = P\!\!\!/\infty(011)$, $c = oP(001)$.

	Beobachtet:	Berechnet:
$m : c = (110)(00\bar{1})$ =	*101⁰ 7′	—
$m : m = (110)(1\bar{1}0)$	*78 47	—
$m : o = (110)(111)$	*13 51	—
$o : o = (111)(1\bar{1}1)$	71 51	71⁰ 48′
$o : c = (111)(001)$	64 55	65 1
$q : c = (011)(001)$	67 17	67 14
$m : q = (110)(01\bar{1})$	59 21	59 17
$q : q = (011)(01\bar{1})$	45 30	45 32

Spaltbarkeit nicht beobachtet.

Optische Axenebene senkrecht zur Symmetrieebene. Beide Axen sichtbar durch die Basis. Die erste Mittellinie bildet einen Winkel von circa 54⁰ mit der Axe c im stumpfen Winkel β.

Eine natürliche Platte ergab approximativ:

$$2E_a = 77^0\ 4'\ Li$$
$$77\ 37\ Na$$
$$78\ \ 2\ Tl$$

Doppelbrechung stark, positiv.

Schlussfolgerungen.

Bei einigen der im Vorhergehenden beschriebenen Substanzen ergeben sich Beziehungen zwischen Krystallform und chemischer Constitution, welche im Folgenden eine kurze Erwähnung finden sollen:

1) Von der Mesitylensäure S. 235 leiten sich durch Eintritt je eines Bromatoms an Stelle zweier verschiedener Wasserstoffatome die beiden isomeren Brommesitylensäuren α und β ab. Betrachten wir zuerst die α-Brommesitylensäure Nr. 8: trotzdem hier, wie häufig bei der Substitution des H durch Halogene, eine Aenderung des Krystallsystems eingetreten ist, existirt doch noch eine Aehnlichkeit der Winkel einer Zone mit denen einer solchen von der Mesitylensäure. Letztere besitzt nämlich ein fast genau rechtwinkliges Prisma (91° 58′), bei der gebromten α-Säure, von welcher nur sehr flächenarme Krystalle vorlagen, würde das primäre Makrodoma (101) ebenfalls fast genau rechtwinklig sein, da $a : c$ sich verhalten, wie 0,4630 : 0,4695. Grössere Aehnlichkeit mit der Mesitylensäure zeigt in ihrer Krystallform die β-Brommesitylensäure, denn sie gehört demselben Krystallsystem an und hat das gleiche Verhältniss der Axen $a : b$ bei einer ziemlich ähnlichen Axenschiefe:

$$\text{Mesitylensäure } a : b : c = 1,1665 : 1 : 1,2003$$
$$\beta = 63^0\ 17'$$
$$\text{Brommesitylensäure } a : b : c = 1,1932 : 1 : 0,7599$$
$$\beta = 71^0\ 3'.$$

Diese beiden isomeren Körper bieten zugleich ein instructives Beispiel dar für das Gesetz, dass die Einwirkung, welche die Substitution eines H-Atoms durch ein anderes Atom oder eine Atomgruppe auf die Krystallform ausübt, stets eine verschiedene ist, sobald die Substitution an einer anderen Stelle im Molekül Platz greift, dass also die sogenannten Stellungs-Isomeren stets verschiedene Krystallform besitzen.

2) Die bereits vielfach gemachte Erfahrung, dass die Nitrogruppe durch ihren Eintritt eine verhältnissmässig geringe Aenderung der Krystallform hervorruft, bestätigt sich auch bei der Vergleichung der β-Nitromesitylensäure mit der Mesitylensäure selbst:

$$\text{Mesitylensäure } a : b : c = 1,1665 : 1 : 1,2003$$
$$\beta = 63^0\ 17'$$
$$\text{Nitromesitylensäure } a : b : c = 1,1777 : 1 : 0,8131$$
$$\beta = 69^0\ 55'.$$

Eine wesentliche Aenderung hat nur die Axe c erfahren. Auffallend ist übrigens die grosse Aehnlichkeit der krystallographischen Dimensionen der β-Nitro- und der ihr entsprechenden β-Brommesitylensäure.

3) Da die Diphensäure von C. Bodewig und Howe (diese Zeitschr. **3**, 413) gemessen wurde, ist es nunmehr möglich, die Krystallform derselben mit derjenigen ihres Methyläthers (s. S. 238) zu vergleichen. Hierbei ergiebt sich in der That vollkommene Uebereinstimmung der Winkel in einer Zone: das primäre Klinodoma $q(011)$ der Säure misst an der Seite 79° 36', das an den Krystallen des Aethers auftretende Flächenpaar $m(110)$, welches ebenso gut hätte als Klinodoma (011) genommen werden können (in welchem Falle a Basis und c Orthopinakoid geworden wären), misst seitlich 79° 13'.

4) Die totale Verschiedenheit der Formen des Diphensäure-Methyläthers und des Isodiphensäure-Methyläthers bietet einen neuen Beleg für das Gesetz, dass isomere Körper verschiedene Krystallformen besitzen.

5) Vergleichen wir die Form des Diphenyls (Nr. 14) mit der der Diphensäure (Bodewig, l. c.), welche zu jenem Körper in so naher chemischer Beziehung steht, so lässt sich eine gewisse Aehnlichkeit nicht verkennen:

Diphenyl: $a : b : c = 1{,}45 : 1 : 1{,}37$
$\beta = 84{,}6^0$

Diphensäure: $a : b : c = 1{,}1389 : 1 : 1{,}2065$
$\beta = 88^0\ 12'$.

XVI. Mineralogische Bemerkungen.

(VI. Theil.)

Von

H. Laspeyres in Aachen.

11. Der Sericit.

Der Sericit gewinnt für die Petrographie und Geognosie, wie es scheint, immer grössere Bedeutung.

Diese in den Schiefern des Taunus zuerst beobachtete Substanz wurde früher[1]) allgemein für Talk angesprochen, bis Sandberger[2]) aus dem geringen Magnesiumgehalte jener Gesteine die Unrichtigkeit dieser Bestimmung nachwies[*]). List, welcher sich zuerst näher mit der Untersuchung der Taunusschiefer und deren talkartigen Minerals beschäftigt hat, nannte dasselbe nach seinem Seidenglanze Sericit[3]).

Lossen[4]) wies denselben in den Gesteinen der linksrheinischen Fortsetzung des Taunus, im Soonwalde, und in ähnlichen Gesteinen des Harzes nach[5]). Pichler[6]) fand ihn im Gneiss von Pill bei Schwaz in Tyrol, Heymann[6]) in den Schiefern des Moselthales, von Fritsch[7]) in den krystallinischen Schiefern zwischen den Centralmassen des Finsteraarhorn und St. Gotthard, Törnebohm[8]) im Urterritorium Schwedens. von Lasaulx[9]) kennt ihn in den Schiefern von Ottrez in den Ardennen und von

1) Stifft, Geogn. Beschreib. d. Herzogth. Nassau, Wiesbaden 1831, 444.

2) Uebersicht d. geol. Verhältn. d. Herzogth. Nassau 1847, 94.

*) Lossen zeigt (vergl. 4, S. 552), dass der Sericit nicht wie Talk rosenroth, sondern blau wird, wenn man ihn mit Kobaltsolution befeuchtet glüht.

3) Jahrb. d. Vereins f. Naturk. im Herzogth. Nassau: a. 1850, **6**, 126; b. 1851, **7**, 266; c. 1852, **8**, 1287; d. Annalen d. Chem. u. Pharm. 1852, **81**, 181.

4) Zeitschrift der deutsch. geol. Gesellsch. 1867, **19**, 509.

5) Zeitschrift der deutsch. geol. Gesellsch. 1869, **21**, 281.

6) Jahrbuch für Min. 1871, 56, 57.

7) Beiträge zur geol. Karte der Schweiz. 1873, **15**, 93.

8) Jahrb. f. Min. 1874, 141.

9) Elemente der Petrographie 1875, 352.

Murau in Obersteyermark, G. R. Credner[10]) im Grünschiefersystem von Hainichen in Sachsen sowie aus dem Wallis, und Wichmann[11]) nennt ihn ausserdem noch vom Lake superior, vom Stilfserjoch und vom Fichtelgebirge.

Unter diesem Umstande hielt ich eine erneute Untersuchung dieser noch nicht genügend gekannten Substanz vom mineralogischen Standpunkte aus schon lange für geboten.

Mangel an geeignetem Material sowie Mangel an einer zuverlässigen Methode der chemischen Untersuchung liessen mich erst jetzt diese Arbeit aufnehmen, nachdem ich durch die Gefälligkeit des Herrn Dr. Koch in Wiesbaden den möglich reinsten Sericit von Hallgarten im Rheingau erhalten, und nachdem ich bei Gelegenheit meiner Untersuchungen der Epidote[12]) gefunden hatte, dass, wie diese, auch der frische Sericit sich in kochender Salzsäure zwar nur langsam aber vollständig lösen und so von dem verunreinigenden Quarz, Feldspath u. s. w. befreien liesse.

a. Die chemische Zusammensetzung des Sericit.

Die erste Analyse des Sericit von Naurod bei Wiesbaden von Seiten List's (3a) führt zu der Kieselsäure:

$$8650\,(H_{2,830}\,Si\,O_{3,415}).$$

Trotzdem stellt List den Sericit wegen »seiner äusseren Eigenschaften« zum Damourit, indem er den Ueberschuss an Kieselsäure für beigemengten Quarz nimmt.

Eine zweite verbesserte Analyse desselben Materials von Seiten List's (3c und 3d) ergab:

Kieselsäure	49,001%	8178 Mol.	8539
Fluorsilicium	1,688 -	162 -	
Titansäure	1,591 -	199 -	
Phosphorsäure	0,312 -		
Thonerde	23,647 -	2308 -	2308
Eisenoxydul	8,068 -	1123 -	2721
Magnesia	0,935 -	235 -	
Kalkerde	0,629 -	113 -	
Kali	9,106 -	968 -	
Natron	1,747 -	282 -	
Wasser	3,445 -	1918 -	1918

und fast die obige Kieselsäure wieder, nämlich:

$$8539\,(H_{2,708}\,Si\,O_{3,354}).$$

10) Zeitschr. f. d. ges. Naturw. in Halle 1876, **47**, 68.

11) Verhandl. d. naturhist. Vereins f. Rheinl. u. Westf. 1877, **34**, 1.

12) Diese Zeitschrift 1879, **3**, 525.

Nichts destoweniger glaubt List »die von ihm aufgestellte Constitutionsformel lasse sich der von Rammelsberg für die Kali- und Lithionglimmer aufgestellten Formel unterordnen« und »der Sericit schliesse sich am nächsten dem Damourit an, mit dem er auch einige äussere Aehnlichkeit habe«.

Dieselbe Ansicht finden wir in Folge dessen bei den meisten Mineralogen vertreten. Knop*) vermuthete schon, der Sericit dürfte vielleicht zur Gruppe seines Pinitoid gehören.

Lossen (4, S. 546 und 5, S. 333) erörtert sehr eingehend die Angaben von List und glaubt, »insoweit damit eine Zugehörigkeit zur Species Kaliglimmer, etwa als Varietät, ausgesprochen sein soll, im Hinweis auf die physikalische Beschreibung List's Einsprache thun zu müssen, wenngleich die Verwandtschaft beider Mineralien nach ihrer chemischen Constitution und auch ihrer Entstehung nach eine sehr enge sein dürfte«. Er hält die Selbstständigkeit des Sericit, namentlich den Einwendungen von Scharff[13]) gegenüber aufrecht und glaubt, »um so mehr den früheren Autoren in der systematischen Einreihung des Sericit zwischen Kali- und Lithionglimmer beipflichten zu sollen, als derselbe offenbar die geognostische Rolle wie die Glimmer spielt«.

Lossen stellt zuerst (4, S. 547) die Formel:

$4(RO.2SiO_2) + 2(2R_2O_3.3SiO_2) + 3H_2O$ [also entsprechend der empirischen Formel $H_6\overset{II}{R}_4\overline{R}_4Si_{14}O_{47}$ oder der Kieselsäure $14(H_{2,715}SiO_{3,357})$] auf, nimmt aber (4, S. 551 und 5, S. 339) das Atomverhältniss des Sericit

	$K(H.Na)$:	$Fe(Mg.Ca)$:	Al_2 :	$Si(Ti)$	wie
	2	1	2	4	also das eines Singulosilicates,
statt	5,50	1,28	2	7,40,	wie es die List'sche Analyse erfordert.

Auf diesen Widerspruch habe ich schon 1873 aufmerksam gemacht, ebenso darauf, dass der Sericit, falls er, was seine glimmerartige Natur wahrscheinlich macht, ein dichter Kaliglimmer ist, durch feinst eingemengten Quarz stark verunreinigt sein müsse**).

Die Richtigkeit dieser Annahme bestärken die mikroskopischen Untersuchungen von Wichmann (11), denn auch dieser erklärt den für einen Glimmer zu hohen Säuregehalt des Sericit für Verunreinigung durch den unter dem Mikroskope stets darin sichtbaren Quarz, wodurch der für einen Kaliglimmer zu niedrige Aluminiumgehalt sich steigern würde.

Bevor ich nachweise, dass die Beschaffung von ganz reinem Materiale zu einer genauen Analyse aus diesem Grunde nicht unmöglich ist, wie

---

*) Jahrb. für Min. u. s. w. 1859, 567.

13) Notizblatt d. mittelrhein. geol. Ver. 1860, Nr. 39, 116; u. Jahrb. für Min. 1868, 309 u. 1874, 271.

**) Tschermak, Mineral. Mittheil. 1873, 147.

Wichmann 11) meint, will ich noch einer inzwischen von W. von der Marck ausgeführten Analyse des Sericit von Hallgarten im Rheingau gedenken[14], den er von Koch in Wiesbaden erhalten hat.

Die Analyse der mit Kali-Natron und Fluorwasserstoff aufgeschlossenen 110° trockenen Substanz ergab:

Kieselsäure	51,61%	8613 Mol.	8613
Fluorsilicium Titansäure Phosphorsäure	nicht nachzuweisen		
Thonerde	29,49%	2878 Mol.	3017
Eisenoxyd	2,22 -	139 -	
Manganoxydul*)	0,56 -	79 -	3725
Eisenoxydul	1,08 -	150 -	
Magnesia	0,87 -	218 -	
Kalkerde	nicht nachzuweisen		
Kali	9,22%	980 -	
Natron	0,61 -	99 -	
Wasser (Glühverlust vor dem Gebläse)	3,95 -	2199 -	
	99,61 -		

Das Silicat entspricht der Säure 8613 $(H_{2,967}\,Si\,O_{3,483})$ oder, wenn man mit List alles Eisen als Oxydul nimmt, 8613 $(H_{2,935}\,Si\,O_{3,467})$.

Nach dieser Analyse zeigt der Sericit von Hallgarten mit dem von Naurod (nach List) eine so grosse Uebereinstimmung, »wie man solche bei einem Minerale, welches nicht in ausgebildeten Krystallen und fast nie frei von fremden anhängenden Mineralkörpern zu erlangen ist, nur erwarten kann«, so dass man es einem Chemiker nicht verdenken kann, wenn er unter diesen Umständen den Sericit nicht für ein Gemenge von einem glimmerartigen Minerale mit Quarz, sondern für ein selbstständiges, vom Glimmer verschiedenes Mineral hält.

Dass die von Wichmann und mir vertretene Ansicht trotzdem die richtige ist, beweist meine Analyse des Sericit von Hallgarten, den ich aus derselben Quelle und von derselben Stelle wie von der Marck erhalten habe.

Die mikroskopischen Untersuchungen von Wichmann beziehen sich zum Theil auch auf den Sericit von Hallgarten.

---

14) Verhandl. d. naturh. Ver. für Rheinl. u. Westf. 1878, **35**, 262.

*) v. d. Marck lässt es fraglich, ob MnO oder Mn_2O_3. Man muss aber für die Formel MnO annehmen, weil behufs Bestimmung der Oxydationsstufen des Eisens der Sericit mit Schwefelsäure in zugeschmolzenen Rohren gelöst wurde. Wäre Mn_2O_3 im Mineral, so hätte sich dabei $MnSO_4 + O$ bilden und letzterer einen äquivalenten Theil FeO zu Fe_2O_3 oxydiren, also der Titrirung mit Chamäleon entziehen müssen

Die Verunreinigung des Sericit durch feinst vertheilten Quarz (auch wohl etwas Feldspath und Glimmer) wird man nicht blos unter dem Mikroskope gewahr, sondern auch schon bei der Härtebestimmung, beim Zerreiben im Achatmörser und am deutlichsten beim Auflösen der ganz fein geriebenen Substanz in kochender Salzsäure, in welcher der Sericit vollständig aber sehr langsam gelöst wird, während die meisten Verunreinigungen, auf jeden Fall aller Quarz, ungelöst zurückbleiben.

Fast fünf Monate lang habe ich täglich während mehrerer Stunden 0,5105 g lufttrockene Substanz auf dieselbe Weise wie die Epidote (12) in bedeckter Platinschale mit Salzsäure, welche in Platin verdampft keinen merklichen feuerbeständigen Rückstand hinterliess, gekocht und nachher die lösliche Kieselsäure von dem unlöslichen Rückstande mittelst geprüft reiner, kochender Lösung von Natriumcarbonat geschieden. 19,021% (= 0,0971 g) der angewandten Substanz blieben dabei ungelöst und hatten bei 105° getrocknet die Zusammensetzung:

Kieselsäure, aus Verlust in *H Fl*	14,664%
Thonerde	2,057 -
Eisenoxyd ohne Mangan	0,529 -
Magnesia	0,106 -
Kalkerde	0,078 -
Kali	0,901 -
Glühverlust vor dem Gebläse (Wasser)	0,686 -
	19,021%

Diese Zusammensetzung und das Aussehen des Unlöslichen unter dem Mikroskope lassen keinen Zweifel, dass der Rückstand im Wesentlichen Quarz (11,105%) und noch nicht zersetzter, der feinsten Pulverung entgangener, Sericit (7,916%)*) ist.

Die Analyse des Sericit von Hallgarten wurde von mir nach gleicher Methode und mit derselben Sorgfalt wie meine Analysen der Epidote (12) ausgeführt und ergab:

A. für lufttrockene unreine Substanz,

B. für 105° trockene reine Substanz:

---

*) Diese haben eine procentige Zusammensetzung von:

Kieselsäure	44,96%
Thonerde	25,98 -
Eisenoxyd	6,68 -
Magnesia	1,34 -
Kalkerde	0,98 -
Kali	11,38 -
Wasser	8,68 -

wenn man alle Basen und Wasser als Singulosilicate berechnet, wozu die Analyse des Löslichen berechtigt. In Anbetracht, dass zu vorliegender Analyse nur 0,0971 g verwandt werden konnten, stimmt diese Zusammensetzung gut mit der Analyse des Löslichen (s. u.) überein.

	A.	B.		
Luftfeuchtigkeit bei 105°	0,279%			
Unlöslich in Salzsäure	19,021 -			
Kieselsäure *)	37,708 -	45,361%	7570	Mol.
Thonerde	27,365 -	32,919 -	3212	-
Eisenoxyd **)	1,702 -	2,048 -	128	-
Eisenoxydul ***)	1,465 -	1,762 -	245	-
Kalkerde †)	0,411 -	0,494 -	88	-
Magnesia ††)	0,744 -	0,895 -	224	-
Kali †††)	9,702 -	11,671 -	1241	-
Natron	0,602 -	0,724 -	117	-
Wasser *†)	3,430 -	4,126 -	2297	-
	102,429%	100,000%		

Der grosse Ueberschuss von fast 2½% ist kein Beweis gegen die Sorgfältigkeit der Analyse, sondern die Folge theils von der — wegen der Schwerlöslichkeit der Substanz — angewendeten kleinen Menge (0,5105 g), theils von dem in einem mit Coks geheizten Laboratorium nicht ganz fern zu haltenden Staube und theils von der grossen Menge Reagentien, welche zur fünf Monate langen Digestion, selbst bei Anwendung aller Vorsichtsmassregeln, nöthig war. Der grösste Antheil dieses Ueberschusses fällt unter genannten Umständen auf die Kieselsäure.

Der reine Sericit entspricht nach dieser Analyse der Kieselsäure

---

*) Mit Flusssäure ganz flüchtig, also rein; $SiFl_4$, TiO_2, P_2O_5 konnten auch von mir nicht nachgewiesen werden nach den von Fresenius angegebenen Methoden.

**) Die Spur Mangan, welche sich beim Einschmelzen mit Soda zeigt, ist quantitativ nicht zu bestimmen.

***) Die lufttrockene Substanz mit Fluss- und Schwefelsäure im Kohlensäurestrom aufgeschlossen und mit Kaliumpermanganat titrirt.

†) Ohne *Ba* und *Sr*.

††) Ohne Spectrum.

†††) Nur Kaliumspectrum.

*†) Glühverlust der lufttrockenen Substanz in stärkster Hitze des Gasbrenners in einfachem Platintiegel bis zum constanten Gewicht = 4,204%; das grünlichgraue Pulver hat sich dabei stark contrahirt, licht gebräunt und ist schwach gesintert. Vor dem Gebläse ebenso erhitzt, verlor die lufttrockene Substanz 4,389% und schmolz zu grünlichgrauem, bräunlich geflecktem, fettglänzendem Email, das sich in Salzsäure nicht leichter löst als der frische Sericit. Diese Schmelzmasse enthielt in Fluss- und Schwefelsäure gelöst und titrirt, 1,416% (berechnet auf lufttrockene Substanz) Eisenoxydul. Beim Schmelzen hat sich also der Oxydulgehalt um 0,049% vermindert durch Aufnahme von 0,006% Sauerstoff. Der Wassergehalt des unreinen Sericit beträgt mithin 4,389 + 0,006 = 4,395% Zieht man davon den Glühverlust im Unlöslichen 0,686% (s. o.) und die Luftfeuchtigkeit von 0,279% ab, so erhält man obenstehenden Wassergehalt = 3,430%. Die Schmelzbarkeit des Sericit wird vielfach zu hoch angegeben.

$7570 (H_{3,76} Si O_{3,88})$ oder, wenn man im ursprünglichen Sericit alles Eisen als Oxydul annimmt, $7570 (H_{3,726} Si O_{3,863})$.

Das Silicat kommt deshalb einem Singulosilicate ($H_4 Si O_4$) so nahe, als es unter den obwaltenden Umständen nur erwartet werden kann.

Der etwas zu hohe Kieselsäuregehalt findet schon im Vorstehenden zum grössten Theile oder ganz seine Erklärung. Die Vermuthung, derselbe könne durch eine Verunreinigung des Sericit durch amorphe, also in Natriumcarbonat lösliche Kieselsäure (Opal) veranlasst werden, weil v. Lasaulx [15] in den Sericitschiefern von Wiesbaden ein, von Rosenbusch [16] und Wichmann (11) allerdings nicht wiedergefundenes, einfach lichtbrechendes Bindemittel angiebt, hat sich durch chemische Versuche als unwahrscheinlich, oder als falsch erwiesen. Reines Natriumcarbonat löst zwar beim Kochen aus dem unreinen Sericit etwas Kieselsäure auf, dieselbe rührt aber nicht von Opal her, denn zugleich wird auch die der Sericitzusammensetzung ungefähr entsprechende, in Salzsäure lösliche Menge Thonerde und Eisenoxyd abgeschieden. Der Sericit ist also auch im kochenden Natriumcarbonat schwach löslich.

Hätte ich wie List und v. d. Marck den Sericit mit schmelzendem Natriumcarbonat aufgeschlossen, so würde ich eine jenen Analysen, besonders der von v. d. Marck, sehr nahestehende procentige Zusammensetzung und Kieselsäureformel, nämlich:

$$8740 (H_{2,983} Si O_{3,492})$$

erhalten haben, woraus hervorgeht, dass der Sericit stets mit einer nahezu gleichen Menge Quarz verunreinigt sich findet.

Bei reinem Sericit stehen die Atome von

H.	$\overset{I}{R}(=\frac{1}{2}\overset{II}{R})$.	$\overset{VI}{R}$.	Si	nahezu in dem Verhältnisse:
10	8	7	16	gefunden, oder
10	8	7	15	berechnet als Singulosilicat.

Es unterliegt somit keinem Zweifel mehr, dass der reine Sericit genau die chemische Zusammensetzung der Kaliglimmer hat, zu denen nach Bauer und Tschermak auch der Damourit gehört; er ist also nicht, wie Scharff (13) geglaubt hat, ein Gemenge von Mineralien, sondern ein Mineral.

b. Die physikalischen Eigenschaften des Sericit.

Es fragt sich nun noch, ob bei diesen beiden Mineralien die physikalischen Eigenschaften ebenfalls übereinstimmen, d. h. ob Sericit nichts anderes ist als ein dichter Kaliglimmer oder ob ein selbstständiges Mineral

15) Jahrbuch f. Min. 1872, 851.

16) Mikroskopische Physiographie 1873, 1, 377.

in der Glimmergruppe, für welch letzteres die meisten Petrographen sich ausgesprochen haben.

»Die geringe Härte, der Mangel an Elasticität sowohl, wie überhaupt das augenscheinliche talkige Aeussere« bestimmten Lossen (5. S. 335 und 339) »den Sericit als ein besonderes Mineral aufrecht zu halten«.

Das von Rosenbusch (16) untersuchte Material »giebt ihm zu keinem Zweifel an der Selbstständigkeit des Sericit Veranlassung; die faserige Structur unterscheidet den Sericit sehr gut von den Glimmern und stellt ihn dem Talke und manchen Chloriten näher, von welchen er indessen durch seine chemischen Eigenschaften scharf getrennt wird«.

Credner (10, S. 77) giebt als einziges wesentliches Unterscheidungsmerkmal des Sericit vom chemisch und krystallographisch nahestehenden Kaliglimmer das Fehlen der starken chromatischen Polarisation des Kaliglimmer an; die Sericitblättchen zeigen nur ganz schwache, kaum bemerkbare Farbentöne.

Wichmann (11, S. 2) theilt die Ansicht von der Selbstständigkeit des Sericit.

Alle diese physikalischen Unterscheidungsmerkmale zwischen Kaliglimmer und Sericit sind jedoch zum Theil unwesentlich zum Theil secundär, d. h. von der Textur der Substanz abhängig. Der Kaliglimmer findet sich nämlich immer phanerokrystallinisch, so dass man jedes Individuum mit blossem Auge sehen und physikalisch untersuchen kann, während der Sericit als kryptokrystallinisches Mineral nur bei starker Vergrösserung im Individuum zu sehen ist, und in den meisten Fällen nur als Aggregat einer Prüfung unterzogen werden kann.

Bringt man beide Substanzen in gleichem Zustande in Canadabalsam eingebettet unter das Mikroskop, indem man den Sericit auf das allerfeinste pulvert und den Kaliglimmer — ich nahm die grossen Blätter aus dem Ural — am Rande der Tafeln, senkrecht zur Spaltfläche mit einem Rasirmesser ganz fein schabt, so sind beide Präparate nur noch an der Farbe zu unterscheiden. In beiden Fällen bildet die Substanz Spaltungslamellen von höchstens 0,03 mm Länge und 0,01 mm Breite und meist von rechteckiger Gestalt. Im polarisirten Lichte tritt die maximale Dunkelheit fast immer ein, wenn die Längsrichtung dieser Lamellen mit einem der Hauptschnitte der Nicols zusammenfällt. Dabei zeigen Kaliglimmer und Sericit ganz gleich schwache Interferenzfarben. Bei dickeren Sericitblättchen, die aus übereinandergepackten Individuen bestehen, beobachtete ich einige Mal auch lebhafte Farben im polarisirten Lichte, wie es schon Wichmann (11, S. 2) als Regel angiebt; wodurch das von Credner aufgestellte Unterscheidungsmerkmal als hinfällig sich erweist.

Giebt man dem Gesichtsfelde des Mikroskopes mit der Quarzplatte die

violette Färbung, so ändern beide Pulver sehr lebhaft und bunt diese Farbe um.

Schon diese Gestalt und optische Orientirung der Lamellen beider Mineralien machen es unwahrscheinlich, dass sie mit ihrer basischen Hauptspaltfläche normal zur Axe des Mikroskopes, also horizontal, liegen. Dass dem auch nicht so ist, zeigen im polarisirten Lichte ganz dünne, das Licht zur Interferenz bringende Spaltlamellen nach der Basis, welche man horizontal unter das Mikroskop bringt. Dieselben hellen nämlich in der Richtung der ersten Mittellinie gar nicht oder kaum merklich das dunkle Gesichtsfeld auf, noch ändern sie die Quarzfarbe des Gesichtsfeldes um. In dem zähen Canadabalsam haben also die, doch ohne Zweifel nach der Basis am meisten ausgedehnten, Lamellen nicht oder nur zum kleinsten Theile ihre stabile, horizontale Gleichgewichtslage annehmen können, sondern stehen mit ihrer Basis schief oder senkrecht zum Tische des Instrumentes und zeigen in dieser Richtung, nach welcher sie den grössten Durchmesser haben, den oben genannten starken Einfluss auf das polarisirte Licht.

Die Richtigkeit dieser Annahme kann man für beide Mineralien auf folgende Weise nachweisen. Wenn man ihr Pulver unter Deckglas in Wasser einbettet und einige Minuten lang das Präparat unter dem Mikroskope still liegen lässt, so legen sich alle Lamellen mit ihrer grössten Fläche horizontal und zeigen so die kaum bemerkbare Doppelbrechung, sie erscheinen wie isotrope Medien. Erzeugt man aber im Wasser plötzlich starke Strömungen, indem man das Deckgläschen seitlich mit einer Nadel verschiebt, so schwirren die Lamellen wirr durch einander und blitzen im dunklen Gesichtsfelde auf, bis sie wieder horizontal zur Ruhe gelangen. Hierbei kann man deutlich beobachten, dass die Lamellen in der stabilen Gleichgewichtslage grösser, aber unregelmässig begrenzt sind, dagegen in der labilen Stellung jene oben beschriebene rechteckige Umgrenzung zeigen.

Sericitkrystalle, d. h. mikroskopische Lamellen mit rhombischer Begrenzungsform haben Credner (10, S. 74) in den Grünschiefern von Hainichen und Wichmann (11, S. 3) im Sericit-Augitschiefer vom Rauenthaler Berge, aber stets als Seltenheit, beobachtet.

Ersterer fand den ebenen Winkel der Tafeln 116—118°, Letzterer 125°, was, wie beide bemerken, für mikroskopische Winkelmessungen gut genug mit dem Winkel des Kaliglimmer übereinstimmt.

Bemerkenswerth für den Sericit ist dessen fast stets gleichartige Mikrotextur in allen Gesteinen, welche sich aber auch makroskopisch manchmal beim Kaliglimmer einstellt, also keinen wesentlichen Unterschied zwischen beiden bedingt.

Rosenbusch*) nennt dieselbe eine schuppig-faserige oder faserige,

*) Die Steigerschiefer u. s. w. 1877, 121. Mikroskop. Phys. 1873, 377.

während Credner und ich sie besser eine faserig-schuppige oder schuppige nennen möchten. Die Gestalt der einzelnen Schüppchen ist nämlich die schon oben beschriebene breitsäulige.

Die nach Rosenbusch gewundenen Schüppchen liegen nun bald unter sich mehr oder weniger parallel und veranlassen dadurch, sowie durch ihre Gestalt eine gewisse Faserigkeit, bald bilden sie ein verworren filzartiges Gewebe.

Bei gekreuzten Nicols und noch besser bei Anwendung der färbenden Quarzplatte tritt diese Textur ganz besonders schön und scharf hervor.

Die Beobachtungen von Credner und Wichmann über die Mikrotextur des Sericit stimmen ganz mit den meinigen am Sericit von Hallgarten überein. Die feinsten abgesprengten Splitter des letzteren in Balsam eingebettet, zeigen am Rande eine seltsame, unregelmässige Ausbuchtung, oder Ausfransung oder Faserung, welche sich im Inneren des Splitters vielfach in concentrischen Linien wiederholt, weil zahlreiche, immer kleinere, ebenso ausgefranste Lamellen über einander solche Splitter zusammensetzen. Jede dieser Lamellen besteht aus obigen Sericitschüppchen.

Sieht man nun durch ein Convolut solcher Lamellen hindurch, so geht derselbe Lichtstrahl durch viele Individuen in verschiedenster Lage und optischer Orientirung. Daher kommt es wohl, dass ein solcher Splitter oder Schliff von Sericit den von Rosenbusch (16) bei parallelfaseriger Structur, zum Theil auch von Wichmann (11) und von Credner (10) namentlich für die rhombischen Schuppen angegebenen schwachen Pleochroismus nicht wahrnehmen lässt.

Dass manche Stellen eines solchen Splitters im polarisirten Lichte wie ein isotropes Medium erscheinen, hat schon Wichmann (11) angegeben, und vielleicht v. Lasaulx (15) zu der Annahme eines einfach lichtbrechenden Bindemittels in den Sericitschiefern von Wiesbaden veranlasst. Die Ursache dieser Erscheinung liegt wohl in der schon oben besprochenen, nicht merklichen Doppelbrechung dünner Lamellen des Sericit und Glimmer in der Richtung der ersten Mittellinie.

Sehr ähnliche Mikrotextur zeigen auch andere dichte und ausgezeichnet spaltbare Mineralien, wie Talk (Speckstein), Pinitoid, Hygrophilit, Killinit, Agalmatolith und andere.

Die Angabe von Credner, dass mikroskopische Einschlüsse im Sericit sehr selten sind, kann ich für den Sericit von Hallgarten bestätigen, wenn man dabei von dem Quarz (s. o.) absieht.

Was man mit blossem Auge oder Lupe beim dichten Sericit als feingekräuselte Krummblättrigkeit nach einer Fläche wahrnimmt, ist nicht Spaltbarkeit, sondern Schieferung oder Flaserigkeit in Folge der schönen Parallelstructur der Substanz, darin hat Scharff (13) ganz Recht.

Die so eben besprochene Textur und Structur bedingen den eigen-

thümlichen Glanz oder Schimmer, welcher zwischen Fett-, Perlmutter- und Seidenglanz liegt und sich bald mehr dem einen, bald mehr dem anderen nähert, je nachdem das wirr-, das parallel- oder das faserig-schuppige mehr zur Geltung kommt. Dadurch erklären sich auch wohl die vielfachen Widersprüche in der Angabe der Glanzart. Einen eigentlichen Seidenglanz, der dem Mineral den Namen gegeben, kann ich nicht beobachten, ebensowenig v. d. Marck (14).

An einer so dichten, gleichartigen Masse erinnert bei Betrachtung mit unbewaffnetem Auge oder Lupe Nichts mehr an Glimmer, was man besonders deutlich gewahr wird, wenn der Sericit zugleich mit Kaliglimmer gemengt vorkommt, wie im groben Sericitglimmerschiefer (nach Lossen Gneiss) von Schweppenhausen.

Dickere Splitter des Sericit sind durchscheinend, dünnere halbdurchsichtig, die mikroskopischen Schüppchen durchsichtig.

Die Farbe ist verschieden grün selbst an demselben Handstücke, bald heller, bald dunkler, hier gelblich, dort graulich, dort lauchgrün und wird beim Glühen gelblich. Das Pulver ist fast weiss. Unter dem Mikroskope haben ganz feine Splitter noch eine licht grüngelbe Farbe, nur das feinste Pulver erscheint fast farblos.

Das Volumgewicht bestimmte List am Sericit von Naurod zuerst zu 2,8, später zu 2,897; v. d. Marck (14) neuerdings am Sericit von Hallgarten bei 19° C. zu 2,8091. Das ist auch das Volumgewicht der Kaliglimmer.

Die gegen den Kaliglimmer geringere Härte des Sericit, welche List zu Eins angiebt, und welche Lossen (5) so betont für die Selbstständigkeit des Sericit, hat meines Erachtens gar keinen Werth, denn an einem dichten Minerale kann man nicht die wirkliche Härte, d. h. den Widerstand der cohärirenden Moleküle bestimmen, sondern immer im Wesentlichen nur die scheinbare Härte, d. h. den Widerstand der adhärirenden Individuen gegen eine Trennung an der Oberfläche durch Ritzen*).

Das ebenfalls von Lossen als Unterschied vom Glimmer hervorgehobene »augenscheinlich talkige Aeussere« und »der Mangel an Elasticität« des Sericit sind keine wesentlichen Unterschiede, da sie von der Textur und Structur abhängig sind.

Die einem Individuum anhaftende und nur bei einer gewissen räumlichen Ausdehnung bemerkbare »Elasticität« wird man niemals an einem Aggregate von mikroskopisch kleinen Individuen in gleicher Weise beob-

*) Es hat mir deshalb nie gefallen, dass der so kritische Naumann in seiner Mineralogie (1874, 108) sagt: »Streng genommen würde sich also der mittlere Härtegrad eines krystallinischen Minerals nicht sowohl an dessen grösseren Krystallen oder Individuen, sondern an den sogenannten dichten Varietäten bestimmen lassen.«

achten können. Das talkähnliche des Sericit beruht wesentlich in der nahezu gleichen Textur, Spaltbarkeit und Härte beider Mineralien.

Der nach obiger Angabe geschabte und in einer Achatschale geriebene Kaliglimmer lässt sich auch in dieser Beziehung nicht von dem Sericitpulver unterscheiden. Beide fühlen sich zwischen den Fingern fettig oder talkähnlich an, weil die grosse Reibung zwischen den Fingern in die geringere zwischen ausgezeichneten Spaltungsflächen der Substanz übergeht.

Wichmann (11, S. 2 und 18), welcher die Selbstständigkeit des Sericit als Mineral aufrecht erhalten wissen will, gesteht selber ein, dass »die kleinen Blättchen von Sericit schwierig oder vielmehr gar nicht von denen des Kaliglimmer zu unterscheiden sind«.

c. Die Bildung des Sericit

ist ebenfalls eine schon viel bestrittene Frage, bei deren Beantwortung leider die exacte Forschung uns vielfach im Stiche lässt. Ich will deshalb hier nicht näher darauf eingehen.

Der Vergleich meiner Beobachtungen mit denen von früheren Autoren, besonders von Wichmann (11), die nahen Beziehungen des Sericit zum Glimmer, Rosellan, Polyargit, Pinit, Pinitoid, Hygrophilit und anderen*), deren bekannte Beziehungen zu den Feldspathen, sowie deren Pseudomorphosen nach Feldspath erwecken in mir die Ueberzeugung, dass der Sericit nicht aus Glimmer**), sondern aus Feldspathen, Orthoklas und Plagioklas***), sich gebildet hat.

Nach den mikroskopischen Untersuchungen von Wichmann (11) bestehen die Sericitgesteine des Rheins aus einem ursprünglich klastischen Gesteine, gebildet herrschend aus klastischen, bis zu förmlichen Geröllen abgerundeten Quarzindividuen, untergeordnet aus Feldspath- (Orthoklas und Plagioklas) Körnern, die jetzt verbunden werden durch ein krystallinisches Bindemittel von Sericit und »secundärem Quarz«. Dieses Bindemittel ist durch spätere Metamorphose aus einem ursprünglich klastischen Bindemittel entstanden und umschliesst noch zurückgebliebene Spuren des letzteren als »trübe, grauliche und staubartige Masse«.

Wichmann folgert die nachträgliche Bildung des Sericit daraus, dass sich derselbe nie als Einschluss in den »klastischen« Quarzen und Feldspathen vorfindet, sondern diese nur umgiebt und in ihre Spalten mit dem »secundären Quarze« zusammen eindringt, der sich stets durch ausge-

*) Laspeyres in Tschermak's Min. Mitth. 1873, 147. Knop, Jahrb. 1859, 558.

**) Stifft (1, S. 367), Herget (der Spiriferensandstein u. s. Metamorphose 1863, 88), Lossen (4, S. 554 u. 5, S. 338), Pichler (6, S. 56).

***) List (3 c, S. 269, 282) nimmt die Bildung aus Albit an, nach Wichmann (11) findet sich aber in den Sericitschiefern am Rhein kein Albit als Gemengmineral, sondern nur Orthoklas und Plagioklas. — Ebenso v. Lasaulx (15, S. 851).

zeichnete Aggregationspolarisation von dem optisch einheitlichen klastischen Quarze unterscheidet.

»Wie eng übrigens (nach Wichmann) die Bildung des secundären Quarz mit der des Sericit verknüpft ist, gewahrt man häufig recht deutlich dort, wo ein Körnchen des ersteren von einigen Sericitblättchen umschmiegt worden ist.«

Dasselbe geht meines Erachtens auch daraus hervor, dass nach der nahen Uebereinstimmung aller Analysen des nur durch Quarz verunreinigten Sericit der reine Sericit stets mit einer nahezu gleichen Menge »secundären Quarzes« gemischt sich findet.

Der Sericit kann füglich nur aus einer kieselsäurereicheren Substanz, als er selber ist, also nicht aus Glimmer entstanden sein; auch deshalb liegt der Feldspath am nächsten.

Als ursprüngliches Bindemittel der klastischen Gesteine möchte ich deshalb einen feinen Schliech von Feldspath (Orthoklas und Oligoklas) annehmen, der im Laufe der Zeit keine Kaolinisirung, sondern, wie in den Thonsteinen von Sachsen*) eine Umwandlung in Quarz und Pinitoid, hier eine solche in Quarz und in den, jedenfalls dem Pinitoid nahestehenden, Sericit erfahren hat.

In ähnlicher Weise können die nach Wichmann im Inneren noch ziemlich frischen, klastischen Feldspathkörner äusserlich »sericitisirt« worden sein, und dadurch die von Wichmann und v. Lasaulx (11, S. 350, 15, S. 851) beobachtete, besonders starke Ansammlung von Sericitblättchen an ihrer Oberfläche veranlasst haben.

Der Annahme einer Bildung der Sericitgesteine durch Zertrümmerung von alten Graniten oder Gneissen, bei welcher das weichste Mineral, der Feldspath, am meisten zerkleinert worden ist, steht somit, glaube ich, Nichts entgegen.

Im Vorstehenden hoffe ich chemisch und physikalisch den Beweis gebracht zu haben, dass der Sericit keinen Anspruch auf mineralogische Selbstständigkeit zu erheben mehr vermag, sondern dass er, wie schon lange ausser mir Viele vermuthet haben, ein dichter Kaliglimmer ist.

Wollen die Petrographen und Geologen diesen Zustand des Kaliglimmer, ähnlich wie beim dichten Talk (Speckstein), dichten Gyps (Alabaster) u. s. w. mit einem besonderen Namen belegen, so wird sie kein Mineraloge daran hindern können und wollen.

Aachen, im Juli 1879.

*) Knop, Jahrb. für Min. 1859, 558.

XVII. Ueber künstliche Erzeugung hohler Pseudomorphosen.

Von

A. Knop in Karlsruhe.

Es ist eine den Mineralogen wohl bekannte Thatsache, dass Zinkspath, Eisenspath, Manganspath und Bitterspath, sowie isomorphe Mischungen dieser rhomboëdrischen Carbonate, sehr häufig Pseudomorphosen nach Kalkspath bilden; manche derselben, wie Eisenspath und Zinkspath, auch nach Bitterspath. R. Blum zählt in seinem Werke »Die Ps. des Mineralreiches«, und in den vier Nachträgen dazu eine grosse Zahl von näher beschriebenen Fällen auf. Auch J. Roth in seiner »Allgem. und chem. Geologie« Bd. I, giebt eine übersichtliche Darstellung derselben gelegentlich der Behandlung von Umwandlungen des Kalkspaths, Bitterspaths etc. Während unter jenen Pseudomorphosen stets nur solche vorkommen, bei denen ein in kohlensaurem Wasser schwerer lösliches Carbonat ein leichter lösliches verdrängt hat, am meisten solche nach dem am leichtesten löslichen Kalkspath, konnte ich in der mir zu Gebote stehenden Literatur nur einen Fall aufgeführt finden, in welchem der leicht lösliche Kalkspath einen schwerer löslichen Krystall von Bitterspath pseudomorph ersetzt. Es ist das der von Herrn A. v. Lasaulx*) beschriebene von Traversella, in welchem diese Pseudomorphose von Scheelit und Magnetit begleitet wird. In Folge jenes Widerspruches sucht auch Herr v. Lasaulx diesem Gebilde eine andere Deutung zu geben, als sie allgemein für jene Verdrängungen nach Kalkspath angenommen wird; er erklärt sie entstanden durch Verwandlung unter der Einwirkung von Wolframsäure auf Dolomit, wodurch wolframsaure Magnesia in Lösung gegangen und fortgeführt worden ist, während wolframsaurer und kohlensaurer Kalk zum unlöslichen Absatz gelangten, letzterer in Gestalt des so zerstörten Dolomitkrystalls.

---

*) Jahrb. f. Min. etc. 1876, Heft 3, S. 258.

Allen jenen Verdrängungs-Pseudomorphosen der rhomboëdrischen isomorphen Carbonate ist die Eigenschaft gemeinschaftlich, dass sie meistens innen hohl sind und aus einer die Form des ursprünglichen Krystalls darstellenden Hülle von geringerer Dicke bestehen, die aus einem unter sich und den Spaltungsrhomboëdern des verdrängten Minerals parallelen Aggregate rhomboëdrischer Kryställchen des verdrängenden Minerals zusammengesetzt ist. Der innere Raum ist entweder frei von Substanz, oder es befinden sich darin unregelmässige Anhäufungen von Kryställchen derselben, nicht selten auch wohl orientirte Fachwerke davon, welche den Spaltungsrichtungen des ursprünglichen Minerals entsprechen. Während in solchen Fällen von diesem ursprünglichen Minerale keine Spur mehr erhalten zu sein pflegt, sieht man andererseits auch Kalkspathkrystalle, besonders Skalenoëder R^3 (Grube Friedrich Christian im Schapbacher Revier des Kinzigthales, auch in Geoden des Melaphyrs) nur von einer dünnen, aber dicht geschlossenen Schicht von Braunspath überzogen, dessen Kryställchen unter sich parallel gleichzeitig mit dem Spaltungsrhomboëder des skalenoëdrischen umschlossenen Kalkspathes einspiegeln. Sprengt man einen Theil der dünnen Braunspathschicht von der Skalenoëderfläche ab, so zeigt sich diese rauh von Eindrücken der Kryställchen der Hülle. Es würde sich wohl der Kalkspath unter der Braunspathhülle nicht haben erhalten können, wenn diese nicht, durch festen Anschluss der sie zusammensetzenden kleinen Rhomboëder aneinander, der lösenden Flüssigkeit den ferneren Zutritt zu dem Kalkspathkrystall versagt hätte. Das Angegriffensein der Krystallflächen deutet wohl darauf hin, dass, während die Braunspathschicht zum Absatz gelangte, gleichzeitig Kalkspath gelöst wurde, dass Kalkspath selbst das Präcipitationsmittel für den Braunspath gewesen sei. Seitdem G. Bischof*) sich über die Ursachen solcher Verdrängungen leichter löslicher Körper durch schwerer lösliche ausgesprochen hat, scheint man allgemein in ähnlichen Fällen seiner Erklärung gefolgt zu sein, und ich glaube mit Recht.

Bischof drückt sich wörtlich darüber folgendermassen aus: »Wenn nach unserer Ansicht, in sehr vielen, vielleicht in den meisten Fällen, die Verdrängungspseudomorphosen dadurch erfolgen, dass das mit einem schwerer löslichen Stoffe beladene Wasser diesen absetzt und dagegen einen leichter löslichen auflöst, wobei jener die Form von diesem annimmt, so dürfte darin auch die Ursache einer eintretenden porösen Beschaffenheit zu suchen sein. Der Eisenspath z. B. ist schwerer löslich in Wasser, als Kalkspath. Kommt daher Wasser, welches jenen aufgelöst enthält, mit diesem in Berührung: so wird, unter der Voraussetzung, dass sowohl die zugeführte Auflösung des kohlensauren Eisenoxyduls, als die abgeführte des

---

*) Lehrb. d. chem. u. phys. Geologie 2, 1, 229, 1. Aufl.

kohlensauren Kalks eine gesättigte sei, mehr Kalkspath fortgeführt, als Eisenspath an die Stelle tritt, und es müssen sich daher hohle, oder poröse Krystalle bilden; abgesehen davon, dass sich diese schon deshalb bilden müssen, weil der Eisenspath ein grösseres specifisches Gewicht, als der Kalkspath hat.

Ist jedoch entweder die zugeführte, oder die abgeführte Lösung nicht concentrirt, oder stehen beide nach verschiedenen Verhältnissen von den Sättigungspunkten ab: so können die mannigfaltigsten Modificationen eintreten, welche man natürlich nur im Allgemeinen bezeichnen, aber nicht im Besonderen nachweisen kann.«

Die Reactionen von Lösungen irgend welcher Stoffe auf feste Krystalle, um Pseudomorphosen hervorzubringen, finden in der Natur unter sehr verschiedenen äusseren Bedingungen statt. Theils unter solchen, unter welchen wir selbst uns auch befinden, wie niedere Temperatur und niederer Druck, theils unter solchen, unter denen wir uns nicht befinden, wie hohe Temperatur und hoher Druck. Da wir die bei weitem meisten Erfahrungen chemischer und physikalischer Art unter den ersteren Bedingungen zu machen pflegen, so sind viele Pseudomorphosen, welche unter den letzteren entstanden, nicht einfach erklärbar, weil es schwierig ist dieselben längere Zeit hindurch dauernd zu erfüllen.

Sorby*) stellte früher bereits Pseudomorphosen von Eisenspath nach Kalkspath und Bitterspath künstlich dar, indem er eine Lösung von Eisenchlorür auf Spaltungsstücke dieser Mineralien bei etwa 150° in geschlossenen Glasröhren einwirken liess. Doch sind die so erhaltenen Körper weder ihrer Erscheinungs- noch Bildungsweise nach mit den in Frage stehenden Pseudomorphosen zu verwechseln. Es sind Umwandlungspseudomorphosen, entstanden durch Wechselzersetzung von kohlensaurem Kalk oder kohlensaurer Magnesia mit Eisenchlorür zu kohlensaurem Eisenoxydul und Chlorcalcium oder Chlormagnesium. Dass Lösungen mineralischer Stoffe bei höherem Druck und höherer Temperatur concentrirter werden können als bei niederem Druck und niederer Temperatur, ist ausgemachte Thatsache. Es finden deshalb pseudomorphe Processe in den Tiefen der festen Erdrinde im Allgemeinen günstigere Bedingungen vor, als in den peripherischen Regionen derselben, auch bei Verdrängungen, während bei Umwandlungen noch Aenderungen der atomistischen Gleichgewichtslagen von grösseren Temperaturintervallen abhängig sind.

Wenn wir als Beweis für die Richtigkeit der Erklärung chemisch-geologischer Vorgänge das Experiment ansprechen, welches unter übrigens natürlichen Umständen angestellt, uns ähnliche Erscheinungen vor Augen führt, als die Natur selbst, so werden wir voraussichtlich mit künstlich

*) Chem. News. Nr. 50, S. 270.

eingeleiteten Verdrängungen leichter zum Ziele gelangen, als mit Umwandlungen, weil jene nicht nothwendig von grossen Temperaturintervallen abhängig erscheinen.

In Wirklichkeit gelingt es sehr leicht unter gewöhnlichen Umständen künstlich Verdrängungspseudomorphosen herzustellen, welche in allen ihren formalen Verhältnissen die natürlichen nachahmen.

Gelegentlich einer Versuchsreihe über gegenseitige isomorphe Ueberwachsungen verschieden löslicher Alaune, welche ich im Verlaufe des vergangenen Winters ausführte, ging ich von der Frage aus: ob es nicht möglich sei, einen Krystall des leichtlöslichen Eisenoxyd-Ammoniak-Alauns in einer Lösung des schwerer löslichen Thonerde-Ammoniak-Alauns in der Weise zum isomorphen Fortwachsen zu zwingen, dass die etwas übersättigte Lösung dieses in einem kühleren Raume auf den Krystall jenes rascher feste Substanz abscheidet, als er sich löst. Nebenbei hoffte ich auf solche Weise die leicht verwitternden Eisenalaunkrystalle durch einen dünnen Ueberzug von Thonerdealaun zum Zweck der Aufbewahrung in Sammlungen fähig zu machen. — Wenn indessen, im Voraus bemerkt, in einzelnen Fällen eine solche Ueberwachsung wirklich gelingt, so hat das Product doch durch Einschluss von Eisenalaunlösung, deren braune Farbe das Amethystroth des Krystalls ganz verwischt, so an Schönheit verloren, dass man gern auf eine weitere Anwendung dieser Methode für jenen Zweck verzichtet. Es traten aber dabei so bemerkenswerthe Erscheinungen hervor, dass es mir von Interesse schien, derartige Versuche unter mannigfach modificirten äusseren Umständen zu wiederholen; denn bei genauerer Beobachtung konnte man sich davon überzeugen, dass die Abscheidung des Thonerdealauns auf dem Krystall des Eisenalauns nicht in einem isomorphen Fortwachsen, sondern zunächst in einer förmlichen Verdrängung, in einem Austausch der gelösten gegen feste Substanz, in einem Einfressen des Thonerdealauns in die Oberfläche des Eisenalaunkrystalls bestand. Dafür zeugten die krystallinischen Eindrücke, die nach Absprengung der entstandenen äusseren Hülle in den Krystallflächen hinterlassen wurden. Es ist dazu auch nicht eine übersättigte Lösung, sondern nur eine gesättigte, oder nahezu gesättigte, erforderlich.

Legt man einen frischen Eisenalaunkrystall in eine solche Lösung von Thonerdealaun, so bemerkt man bereits nach wenigen Stunden auf der Oberfläche des Krystalls gewissermassen einen Reif, wie beim Obst. Das ist ein feinmehliger Absatz von sehr kleinen Krystallen des Thonerdealauns, der sich noch leicht abwischen lässt, weil sich die Individuen, zwar unter einander und mit dem grossen Alaunkrystall parallel, noch nicht einheitlich zur festen Hülle zusammengeschlossen haben. Man kann sich vorstellen, dass im Beginn der Einwirkung der Lösung auf den Krystall auf den Flächen dieses Aetzfiguren entstehen, welche schaarenweise zerstreut die

erste Abscheidung fester Substanz in sich aufnehmen. Rascher noch, als in der Lösung des Thonerdealauns geht die Abscheidung in einer solchen von noch schwerer löslichem Chromalaun vor sich.

Ueberlässt man nun die Krystalle des Eisenalauns in der Flüssigkeit sich selbst, so verwachsen im Laufe der Zeit die kleinen, in seiner Oberfläche eingenisteten Krystalle des anderen Alauns unter einander zu einer zarten, continuirlich zusammenhängenden und durchsichtigen Decke, welche den Zudrang neuer Flüssigkeit hindert. Bei fernerer Verdunstung der Lösung an der Luft oder durch Erniedrigung der Temperatur der Umgebung, kann nun diese Hülle weiter wachsen, und je nach Belieben verdickt werden. Ein solcher vollkommener Abschluss des Eisenalauns von der Lösung des anderen Alauns tritt jedoch nur in selteneren, besonders günstigen Fällen ein. Liegen die Krystalle mit einer Oktaëderfläche auf dem flachen Boden des Gefässes, und ist dann dieselbe von diesem nur durch einen capillären Raum getrennt, dann ist auch die Abscheidung fester Alaunsubstanz auf ihr nur sehr schwach und discontinuirlich. Diese Bodenfläche bildet sich alsdann nur sehr wenig oder gar nicht aus und gestattet der Flüssigkeit von Aussen wohl noch Zutritt, aber auch den Austritt des gelösten Eisenalauns.

Es scheint, als ob eine gesättigte Lösung von Eisenalaun gemischt mit einer gesättigten Lösung des Thonerdealauns nicht ein gesättigtes Gemisch beider Alaune erzeugt, denn jedenfalls löst sich bei dem beschriebenen Vorgange mehr Eisenalaun auf, als sich fester Thonerdealaun abscheidet. Da alsdann ein ungesättigtes Gemisch beider Alaune mit brauner Farbe sichtbar auf dem Boden des Gefässes ruht, so kann dasselbe von unten her fortwährend den Kern von Eisenalaun bis zum Verschwinden desselben auflösen, ohne dafür Thonerdealaun, oder ein volles Aequivalent desselben an die Stelle zu setzen. Der Erfolg ist factisch in extremen Fällen der, dass der Eisenalaun verschwindet und nur eine Hülle, einen hohlen Krystall von Thonerdealaun stehen lässt.

Gewöhnlich aber gestaltet sich das Verhältniss der Auflösung des Eisenalauns zur Abscheidung des Thonerdealauns noch anders. Besonders dann, wenn der Krystall nicht unmittelbar auf dem Boden des Gefässes, sondern etwas erhöht auf einer Unterlage ruht. Es wechselt dann im Inneren der Hülle nicht mehr ein ungesättigtes Lösungsgemisch allein, sondern es kann fortwährend gesättigte Alaunlösung im Ueberschuss eintreten und gegen gelösten Eisenalaun ausgetauscht werden, welcher letztere sich tiefer unter dem Krystall auf dem Boden ausbreitet. In Folge dieses Wechsels wird auch der Kern von Eisenalaun innerhalb seiner festen Hülle noch fortwährend Thonerdealaun präcipitiren. Da aber dabei die abscheidende Substanz continuirlich verschwindet und zwar rascher verschwindet, als der Thonerdealaun zum Absatz gelangt, so sinken die abgeschiedenen

Kryställchen dieses letzteren zu einem ungeordneten, nicht orientirten Häuflein zusammen, welches das Innere der orientirten Hülle mehr oder minder vollständig als poröses Aggregat ausfüllt.

So wiederholen sich denn hier bei den isomorphen Alaunen ganz dieselben Verhältnisse, wie bei den rhomboëdrischen isomorphen Carbonaten, vom ganz umschlossenen ursprünglichen Krystall bis zur hohlen, stehen gebliebenen Umhüllung mit Durchlaufung von allen Stadien der theilweisen Ausfüllung. Die Analogien sind vollständig.

Im Uebrigen braucht wohl nicht besonders hervorgehoben zu werden, dass hohle Pseudomorphosen nicht auf solche von isomorphen Körpern beschränkt sind. Sie kommen ja vielfach auch bei heteromorphen vor. Bei diesen sind alsdann die umschliessenden Hüllen nicht im Sinne des umschlossenen, oder umschlossen gewesenen Individuums orientirt.

Karlsruhe, 20. October 1879.

XVIII. Zur analytisch-geometrischen Behandlung der Krystallographie.

Von

Th. Liebisch in Berlin.

(Dritte Fortsetzung von dieser Zeitschrift Band **3**, S. 41.)

---

11. Ueber die Relationen zwischen den Flächenwinkeln der einfachen Krystallformen.

Zur Bestimmung der Lage der Flächen einer einfachen Krystallform ist die Kenntniss zweier Winkel dieser Form erforderlich. Da es einfache Krystallformen giebt, welche mehr als zwei, ihrer Grösse nach von einander verschiedene Flächenwinkel besitzen, so können die Flächenwinkel einer solchen Form nicht unabhängig von einander sein, sondern müssen durch Relationen verknüpft werden, welche gestatten aus je zwei der Winkel die übrigen zu berechnen. Fünf derartige Relationen sind bekannt, nämlich die Beziehung zwischen den Flächenwinkeln eines Hexakisoktaëders*), einer hexagonalen Pyramide, eines Skalenoëders, einer tetragonalen und einer rhombischen Pyramide**). Bisher ist jedoch, so viel ich weiss, weder eine allgemeine Methode zur Ableitung der in Rede stehenden Relationen noch eine vollständige Aufzählung derselben veröffentlicht worden. Daher werde ich in dem Folgenden die gemeinsame Quelle jener Beziehungen und diese selbst angeben.

Sind x_1, x_2, x_3 die Axen, ν_1, ν_2, ν_3 die Normalen der Axenebenen, ξ_1, ξ_2, ξ_3 die Coordinaten der Normale ξ einer Fläche u, so ist (s. d. Zeitschrift **1**, 139 [20]):

$$(1)\quad \xi_1 : \xi_2 : \xi_3 = \sin(x_2 x_3) \cos(\xi \nu_1) : \sin(x_3 x_1) \cos(\xi \nu_2) : \sin(x_1 x_2) \cos(\xi \nu_3)$$

---

*) J. H. T. Müller, Ergänzungen zur Krystallometrie des regulären Systems. Programm. Wiesbaden (ohne Jahreszahl).

) C. Fr. Naumann, Lehrbuch der reinen und angewandten Krystallographie. 1830, **1, 412, 421, 293, **2**, 18.

Die Normalenwinkel $(\xi\nu_1)$, $(\xi\nu_2)$, $(\xi\nu_3)$ sind gleich den Winkeln, welche die Fläche u mit den Axenebenen einschliesst. Die Coordinaten der Normale ξ genügen der nicht homogenen Relation des zweiten Grades (a. a. O. [38]):

$$(2)\qquad \begin{vmatrix} 1 & \xi_1 & \xi_2 & \xi_3 \\ \xi_1 & \Delta_{11} & \Delta_{12} & \Delta_{13} \\ \xi_2 & \Delta_{21} & \Delta_{22} & \Delta_{23} \\ \xi_3 & \Delta_{31} & \Delta_{32} & \Delta_{33} \end{vmatrix} = 0$$

oder:

$$\Delta = \sum_{ik=1}^{3} c_{ik}\,\xi_i\,\xi_k$$

oder:

$$(3)\quad \sin^2(x_1 x_2 x_3) = \sin^2(x_2 x_3)\cos^2(\xi\nu_1) + \sin^2(x_3 x_1)\cos^2(\xi\nu_2) + \sin^2(x_1 x_2)\cos^2(\xi\nu_3) + 2\cos(x_2 x_3)\sin(x_3 x_1)\sin(x_1 x_2)\cos(\xi\nu_2)\cos(\xi\nu_3) + 2\cos(x_3 x_1)\sin(x_1 x_2)\sin(x_2 x_3)\cos(\xi\nu_3)\cos(\xi\nu_1) + 2\cos(x_1 x_2)\sin(x_2 x_3)\sin(x_3 x_1)\cos(\xi\nu_1)\cos(\xi\nu_2)$$

Sind zwei der Winkel $(\xi\nu_1)$, $(\xi\nu_2)$, $(\xi\nu_3)$ gegeben, so liefert (3) zur Bestimmung des dritten Winkels eine Gleichung des zweiten Grades. Man erhält also zwei Werthe für den dritten Winkel entsprechend den beiden Werthen, welche die Construction der Fläche u ergiebt. Daher sind zwei Flächenwinkel zur Bestimmung des Symbols der Fläche u nothwendig aber nicht hinreichend. Es seien $(\xi\nu_1)$ und $(\xi\nu_2)$ gegeben, dann folgt aus (2), wenn man die zweite, dritte, vierte Zeile und die zweite, dritte, vierte Reihe bezüglich mit $\sin(x_2 x_3)$, $\sin(x_3 x_1)$, $\sin(x_1 x_2)$ dividirt die in Beziehung auf $\cos(\xi\nu_3)$ quadratische Gleichung:

$$(4)\qquad \begin{vmatrix} 1 & \cos(\xi\nu_1) & \cos(\xi\nu_2) & \cos(\xi\nu_3) \\ \cos(\xi\nu_1) & 1 & \cos(\nu_1\nu_2) & \cos(\nu_1\nu_3) \\ \cos(\xi\nu_2) & \cos(\nu_2\nu_1) & 1 & \cos(\nu_2\nu_3) \\ \cos(\xi\nu_3) & \cos(\nu_3\nu_1) & \cos(\nu_3\nu_2) & 1 \end{vmatrix} = 0$$

Bezeichnet man (s. diese Zeitschr. **1**, 138) $\sin^2(\nu_1\nu_2\nu_3)$ mit D und die zweigliedrigen Unterdeterminanten von D mit D_{ik}, so ist nach (4):

$$D = \sum_{ik=1}^{3} D_{ik}\cos(\xi\nu_i)\cos(\xi\nu_k)$$

oder:

$$(5)\qquad \mathfrak{A}\cos^2(\xi\nu_3) + 2\,\mathfrak{B}\cos(\xi\nu_3) + \mathfrak{C} = 0$$

worin:

$$\mathfrak{A} = D_{33},\quad \mathfrak{B} = D_{23}\cos(\xi\nu_2) + D_{31}\cos(\xi\nu_1),$$

$$\mathfrak{C} = D_{11}\cos^2(\xi\nu_1) + D_{22}\cos^2(\xi\nu_2) + 2\,D_{12}\cos(\xi\nu_1)\cos(\xi\nu_2) - D$$

Die beiden Wurzeln von (5) sind:

$$-\frac{1}{\mathfrak{A}}(\mathfrak{B} - \sqrt{\Theta}),\quad -\frac{1}{\mathfrak{A}}(\mathfrak{B} + \sqrt{\Theta})$$

worin:

$$\Theta = \mathfrak{B}\mathfrak{B} - \mathfrak{A}\mathfrak{C}$$

oder:

$$\Theta = \cos^2(\xi\nu_1)\{D^2_{31} - D_{11}D_{33}\} + \cos^2(\xi\nu_2)\{D^2_{23} - D_{22}D_{33}\}$$
$$+ 2\cos(\xi\nu_1)\cos(\xi\nu_2)\{D_{23}D_{31} - D_{12}D_{33}\} + DD_{33}$$
$$= D\{1 - \cos^2(\xi\nu_1) - \cos^2(\xi\nu_2) - \cos^2(\nu_1\nu_2) + 2\cos(\xi\nu_1)\cos(\xi\nu_2)\cos(\nu_1\nu_2)\}$$

so dass:

$$\Theta = \sin^2(\nu_1\nu_2\nu_3)\sin^2(\nu_1\nu_2\xi) \tag{6}$$

Demnach sind die obigen Wurzeln:

$$-\frac{1}{D_{33}}\{D_{31}\cos(\xi\nu_1) + D_{23}\cos(\xi\nu_2) \mp \sin(\nu_1\nu_2\nu_3)\sin(\nu_1\nu_2\xi)\} \tag{7}$$

Bilden die Geraden ν_1, ν_2, ν_3 und ν_1, ν_2, ξ je eine körperliche Ecke, so sind $\sin^2(\nu_1\nu_2\nu_3)$ und $\sin^2(\nu_1\nu_2\xi)$ positiv, daher $\sin(\nu_1\nu_2\nu_3)$ und $\sin(\nu_1\nu_2\xi)$ reelle Grössen. Die beiden Wurzeln werden nur dann einander gleich, d. h. es ist nur dann eine Fläche u vorhanden, wenn das Product $\sin(\nu_1\nu_2\nu_3) . \sin(\nu_1\nu_2\xi)$ verschwindet: unter den geltenden Voraussetzungen tritt dieser Fall ein, wenn $\sin(\nu_1\nu_2\xi) = 0$ ist, d. h. wenn ν_1, ν_2, ξ einem und demselben Geradenbüschel angehören, oder mit anderen Worten, wenn die Fläche u in der Zone der Axe x_3 liegt. Ist $\sin(\nu_1\nu_2\xi) \gtrless 0$, so unterscheiden sich die beiden Wurzeln dadurch, dass für die eine $\sin(\nu_1\nu_2\xi)$ ein negatives, für die andere ein positives Vorzeichen erhält; d. h. die beiden möglichen Lagen der Normale ξ befinden sich auf entgegengesetzten Seiten der Ebene $\nu_1\nu_2$.

Sind die Axenebenen zugleich Symmetrieebenen, so halbiren sie die Nebenwinkel derjenigen Winkel (α), (β), (γ), welche die Fläche u mit den drei in Beziehung auf jene Symmetrieebenen ihr zugehörenden Flächen einschliesst; oder mit anderen Worten die Winkel zwischen der Fläche u und den Axenebenen sind die Complementwinkel der Flächenwinkel $\left(\frac{\alpha}{2}\right)$, $\left(\frac{\beta}{2}\right)$, $\left(\frac{\gamma}{2}\right)$. In diesem Falle ist demnach:

$$\tag{8} \begin{aligned} \cos(\xi\nu_1) &= \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \\ \cos(\xi\nu_2) &= \sin\left(\frac{\beta}{2}\right) \\ \cos(\xi\nu_3) &= \sin\left(\frac{\gamma}{2}\right) \end{aligned}$$

Nach diesen Bemerkungen betrachte ich der Reihe nach die einfachen Krystallformen.

1. Reguläres System.

Die vierzähligen, dreizähligen *) und zweizähligen Symmetrieaxen der Krystalle des regulären Systems sollen mit $\pi_1 . \pi_3$, $\varrho_1 . . \varrho_4$ und $\sigma_1 . . . . \sigma_6$

*) Im Sinne von A. Bravais und L. Sohncke.

bezeichnet werden. Dann liegt jede Fläche eines Hexakisoktaëders über einer dreikantigen Ecke $(\pi\sigma\varrho)$, in welcher:

$$(\sigma\varrho) = 35^0\,15'\,53'', \quad (\varrho\pi) = 54^0\,44'\,7'', \quad (\pi\sigma) = 45^0$$
$$\cos(\sigma\varrho) = \sqrt{\tfrac{2}{3}}, \quad \cos(\varrho\pi) = \sqrt{\tfrac{1}{3}}, \quad \cos(\pi\sigma) = \sqrt{\tfrac{1}{2}},$$
$$\sin(\sigma\varrho) = \sqrt{\tfrac{1}{3}}, \quad \sin(\varrho\pi) = \sqrt{\tfrac{2}{3}}, \quad \sin(\pi\sigma) = \sqrt{\tfrac{1}{2}}.$$

so dass:

$$\sin^2(\pi\sigma\varrho) = \begin{vmatrix} 1 & \sqrt{\frac{1}{2}} & \sqrt{\frac{1}{3}} \\ \sqrt{\frac{1}{2}} & 1 & \sqrt{\frac{2}{3}} \\ \sqrt{\frac{1}{3}} & \sqrt{\frac{2}{3}} & 1 \end{vmatrix} = \tfrac{1}{6}$$

Bezeichnet man nun die an den kürzeren, längeren, mittleren Kanten eines Hexakisoktaëders gelegenen Flächenwinkel mit (α), (β), (γ), so ist nach (3) und (8) die Relation, welche diese Flächenwinkel verbindet:

$$(9) \quad 1 = 2\sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right) + 4\sin^2\left(\frac{\beta}{2}\right) + 3\sin^2\left(\frac{\gamma}{2}\right) + 4\sqrt{2}\sin\left(\frac{\beta}{2}\right)\sin\left(\frac{\gamma}{2}\right)$$
$$+ 4\sqrt{\tfrac{1}{2}}\sin\left(\frac{\gamma}{2}\right)\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) + 4\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)\sin\left(\frac{\beta}{2}\right)$$

Hieraus erhält man die Relation zwischen den Flächenwinkeln des Triakisoktaëders für $(\alpha) = 0$:

$$(10) \quad 1 = 4\sin^2\left(\frac{\beta}{2}\right) + 3\sin^2\left(\frac{\gamma}{2}\right) + 4\sqrt{2}\sin\left(\frac{\beta}{2}\right)\sin\left(\frac{\gamma}{2}\right)$$

Ikositetraëders für $(\beta) = 0$:

$$(11) \quad 1 = 2\sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right) + 3\sin^2\left(\frac{\gamma}{2}\right) + 4\sqrt{\tfrac{1}{2}}\sin\left(\frac{\gamma}{2}\right)\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

Tetrakishexaëders für $(\gamma) = 0$:

$$(12) \quad 1 = 2\sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right) + 4\sin^2\left(\frac{\beta}{2}\right) + 4\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)\sin\left(\frac{\beta}{2}\right)$$

Dodekaëders für $(\alpha) = 0$ und $(\gamma) = 0$:

$$(13) \quad 1 = 4\sin^2\left(\frac{\beta}{2}\right)$$

Oktaëders für $(\alpha) = 0$ und $(\beta) = 0$:

$$(14) \quad 1 = 3\sin^2\left(\frac{\gamma}{2}\right)$$

Hexaëders für $(\beta) = 0$ und $(\gamma) = 0$:

$$(15) \quad 1 = 2\sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

Jede Fläche eines Hexakistetraëders liegt über einer dreikantigen Ecke $(\pi\varrho\varrho)$, in welcher:

$$(\pi\varrho) = 54^0\,44'\,7'', \qquad (\varrho\varrho) = 70^0\,31'\,46''$$
$$\cos(\pi\varrho) = \sqrt{\tfrac{1}{3}}, \qquad \cos(\varrho\varrho) = \tfrac{1}{3}$$
$$\sin(\pi\varrho) = \sqrt{\tfrac{2}{3}}, \qquad \sin(\varrho\varrho) = \tfrac{2}{3}\sqrt{2}$$

so dass:

$$\sin^2(\pi\varrho\varrho) = \begin{vmatrix} 1 & \sqrt{\tfrac{1}{3}} & \sqrt{\tfrac{1}{3}} \\ \sqrt{\tfrac{1}{3}} & 1 & \tfrac{1}{3} \\ \sqrt{\tfrac{1}{3}} & \tfrac{1}{3} & 1 \end{vmatrix} = \tfrac{4}{9}$$

Bezeichnet man die Flächenwinkel des Hexakistetraëders mit (α), (β), (δ), so ist nach (3) und (8) die zwischen diesen Winkeln stattfindende Beziehung:

$$(16) \qquad 1 = 2\sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right) + \frac{3}{2}\left\{\sin^2\left(\frac{\beta}{2}\right) + \sin^2\left(\frac{\delta}{2}\right)\right\} + \sin\left(\frac{\beta}{2}\right)\sin\left(\frac{\delta}{2}\right) + 2\left\{\sin\left(\frac{\beta}{2}\right) + \sin\left(\frac{\delta}{2}\right)\right\}\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

Hieraus folgt die Relation zwischen den Flächenwinkeln eines Deltoëders für $(\alpha) = 0$:

$$(17) \qquad 1 = \frac{3}{2}\left\{\sin^2\left(\frac{\beta}{2}\right) + \sin^2\left(\frac{\delta}{2}\right)\right\} + \sin\left(\frac{\beta}{2}\right)\sin\left(\frac{\delta}{2}\right)$$

Triakistetraëders für $(\beta) = 0$:

$$(18) \qquad 1 = 2\sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right) + \frac{3}{2}\sin^2\left(\frac{\delta}{2}\right) + 2\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)\sin\left(\frac{\delta}{2}\right)$$

Tetraëders für $(\alpha) = 0$ und $(\beta) = 0$:

$$(19) \qquad 1 = \frac{3}{2}\sin^2\left(\frac{\delta}{2}\right)$$

Die Winkel zwischen den Geraden vom Mittelpunkt eines Dyakisdodekaëders nach den Spitzen der monosymmetrischen vierflächigen Ecken und den Hauptaxen desselben sind abhängig von den Indices des Dyakisdodekaëders. Daher kann man zur Ableitung der Relation zwischen den Flächenwinkeln eines Dyakisdodekaëders die Formel (3) nicht unmittelbar benutzen. Man erhält jedoch diese Relation sehr leicht aus den Werthen für die trigonometrischen Functionen der Flächenwinkel, welche, wie die Formel (3) selbst, aus der Fundamentalgleichung der räumlichen Goniometrie (s. diese Zeitschr. **1**, S. 142, [30]) abgeleitet werden. Bezeichnet man die an den längsten, mittleren und kürzesten Kanten eines Dyakisdodekaëders (hkl), $h > k > l$, gelegenen Flächenwinkel mit (γ), (ε) und (η), so ist:

$$\cos(\gamma) = \frac{hh + kk - ll}{hh + kk + ll}$$

$$\cos(\varepsilon) = \frac{kl + lh + hk}{hh + kk + ll}$$

$$\cos(\eta) = \frac{hh - kk + ll}{hh + kk + ll}$$

folglich:

$$\sin^2\left(\frac{\gamma}{2}\right) = \frac{ll}{hh + kk + ll}$$

$$2\sin^2\left(\frac{\varepsilon}{2}\right) = \frac{hh + kk + ll - kl - lh - hk}{hh + kk + ll}$$

$$\sin^2\left(\frac{\eta}{2}\right) = \frac{kk}{hh + kk + ll}$$

und:

$$\cos^2\left(\frac{\gamma}{2}\right) = \frac{hh + kk}{hh + kk + ll}$$

$$\cos^2\left(\frac{\eta}{2}\right) = \frac{hh + ll}{hh + kk + ll}$$

so dass:

$$\frac{hh}{hh + kk + ll} = 1 - \sin^2\left(\frac{\gamma}{2}\right) - \sin^2\left(\frac{\eta}{2}\right)$$

Demnach ergiebt sich:

$$(20)\quad 1 = 2\sin^2\left(\frac{\varepsilon}{2}\right) + \sin\left(\frac{\gamma}{2}\right)\sin\left(\frac{\eta}{2}\right) + \left\{\sin\left(\frac{\gamma}{2}\right) + \sin\left(\frac{\eta}{2}\right)\right\}\sqrt{1 - \sin^2\left(\frac{\gamma}{2}\right) - \sin^2\left(\frac{\eta}{2}\right)}$$

Hieraus erhält man die zwischen den Flächenwinkeln eines Pentagondodekaëders bestehende Beziehung für $\gamma = 0$:

$$(21)\quad 1 = 2\sin^2\left(\frac{\varepsilon}{2}\right) + \sin\frac{\eta}{2} \cdot \cos\frac{\eta}{2}$$

oder:

$$(22)\quad 1 = 2\sin^2\left(\frac{\varepsilon}{2}\right) + \tfrac{1}{2}\sin\eta$$

2. Hexagonales System.

Bezeichnet man die sechszählige Symmetrieaxe mit π, die primären zweizähligen Symmetrieaxen mit $\varrho_1, \varrho_2, \varrho_3$ und die secundären zweizähligen Symmetrieaxen mit $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$, so liegt jede Fläche einer dihexagonalen Pyramide über einer dreikantigen Ecke $(\varrho\,\sigma\,\pi)$, in welcher:

$$(\varrho\,\sigma) = 30^0, \qquad (\sigma\,\pi) = (\pi\,\varrho) = 90^0$$

$$\cos(\varrho\,\sigma) = \tfrac{1}{2}\sqrt{3}, \qquad \cos(\sigma\,\pi) = \cos(\pi\,\varrho) = 0$$

$$\sin(\varrho\,\sigma) = \tfrac{1}{2}, \qquad \sin(\sigma\,\pi) = \sin(\pi\,\varrho) = 1$$

so dass:

$$\sin^2(\varrho\,\sigma\,\pi) = \begin{vmatrix} 1 & \frac{1}{2}\sqrt{3} & 0 \\ \frac{1}{2}\sqrt{3} & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} = \tfrac{1}{4}$$

Bezeichnet man die an den längeren Endkanten, kürzeren Endkanten,

Mittelkanten einer dihexagonalen Pyramide gelegenen Flächenwinkel mit (α), (β), (γ), so findet nach (3) und (8) zwischen diesen Winkeln folgende Beziehung statt:

$$(23)\quad 1 = 4\sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right) + 4\sin^2\left(\frac{\beta}{2}\right) + \sin^2\left(\frac{\gamma}{2}\right) + 4\sqrt{3}\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)\sin\left(\frac{\beta}{2}\right)$$

Hieraus folgt die Relation zwischen den Flächenwinkeln einer hexagonalen Pyramide erster Ordnung für $(\alpha) = 0$:

$$(24)\quad 1 = 4\sin^2\left(\frac{\beta}{2}\right) + \sin^2\left(\frac{\gamma}{2}\right) \text{ oder } 3 = 4\cos(\beta) + \cos(\gamma)$$

hexagonalen Pyramide zweiter Ordnung für $(\beta) = 0$:

$$(25)\quad 1 = 4\sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right) + \sin^2\left(\frac{\gamma}{2}\right) \text{ oder } 3 = 4\cos(\alpha) + \cos(\gamma)$$

eines dihexagonalen Prismas für $(\gamma) = 0$:

$$(26)\quad 1 = 4\sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right) + 4\sin^2\left(\frac{\beta}{2}\right) + 4\sqrt{3}\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)\sin\left(\frac{\beta}{2}\right)$$

oder:

$$(27)\quad \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) - \sqrt{3}\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) = 2\sin\left(\frac{\beta}{2}\right)$$

Die Winkel zwischen den Geraden vom Mittelpunkt nach den Seitenecken eines Skalenoëders und der Hauptaxe desselben sind abhängig von den Axeneinheiten und den Indices des Skalenoëders. Daher gewinnt man die Beziehung zwischen den Flächenwinkeln eines Skalenoëders nicht unmittelbar aus Formel (3), sondern nach Naumann einfacher aus den Werthen für die trigonometrischen Functionen der Flächenwinkel. Bezeichnet man die an den längeren Endkanten, kürzeren Endkanten, Seitenkanten eines Skalenoëders (ξhkl), $h > k$, $\xi = h - k$ *) gelegenen Flächenwinkel mit (α), (δ), (ε), so ist:

$$\cos(\alpha) = \frac{2cc(4hk - hh - kk) + 3ll}{4cc(hh - hk + kk) + 3ll}$$

$$\cos(\delta) = \frac{2cc(-2hk + 2hh - kk) + 3ll}{4cc(hh - hk + kk) + 3ll}$$

$$\cos(\varepsilon) = \frac{2cc(2hk + hh - 2kk) - 3ll}{4cc(hh - hk + kk) + 3ll}$$

folglich:

$$\sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{3cc(h-k)^2}{4cc(hh - hk + kk) + 3ll}$$

$$\sin^2\left(\frac{\delta}{2}\right) = \frac{3cckk}{4cc(hh - hk + kk) + 3ll}$$

*) Die Groth'sche Bezeichnungsweise ist hier gewählt um die Analogie in den Ableitungen der Relationen zwischen den Flächenwinkeln eines Skalenoëders und eines Disphenoids (s. S. 271) hervortreten zu lassen.

$$\cos^2\left(\frac{\varepsilon}{2}\right) = \frac{3\,cchh}{4\,cc(hh - hk + kk) + 3\,ll}$$

und demnach:

$$(28)\qquad \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) + \sin\left(\frac{\delta}{2}\right) = \cos\left(\frac{\varepsilon}{2}\right)$$

oder:

$$(29)\qquad 2\sin\left(\frac{\alpha+\delta}{4}\right)\sin\left(\frac{\alpha-\delta}{4}\right) = \cos\left(\frac{\varepsilon}{2}\right)$$

Bezeichnet man die Flächenwinkel an den Endkanten eines Trapezoëders mit (η) und die Flächenwinkel an den Seitenkanten desselben mit (ε), (ζ) derart, dass die Winkel (ε) gleich den, mit demselben Buchstaben bezeichneten Flächenwinkeln des entsprechenden Skalenoëders sind, so ist:

$$\cos(\eta) = \frac{2\,cc(-hh + hk - kk) + 3\,ll}{4\,cc(hh - hk + kk) + 3\,ll}$$

$$\cos(\varepsilon) = \frac{2\,cc(hh + 2\,hk - 2\,kk) - 3\,ll}{4\,cc(hh - hk + kk) + 3\,ll}$$

$$\cos(\zeta) = \frac{2\,cc(-2\,hh + 2\,hk + kk) - 3\,ll}{4\,cc(hh - hk + kk) + 3\,ll}$$

folglich:

$$\sin^2\left(\frac{\eta}{2}\right) = \frac{3\,cc(hh - hk + kk)}{4\,cc(hh - hk + kk) + 3\,ll}$$

$$\cos^2\left(\frac{\varepsilon}{2}\right) = \frac{3\,cchh}{4\,cc(hh - hk + kk) + 3\,ll}$$

$$\cos^2\left(\frac{\zeta}{2}\right) = \frac{3\,cckk}{4\,cc(hh - hk + kk) + 3\,ll}$$

und demnach:

$$(30)\qquad \sin^2\left(\frac{\eta}{2}\right) = \cos^2\left(\frac{\varepsilon}{2}\right) - \cos\left(\frac{\varepsilon}{2}\right)\cos\left(\frac{\zeta}{2}\right) + \cos^2\left(\frac{\zeta}{2}\right)$$

3. Tetragonales System.

Bezeichnet man die vierzählige Symmetrieaxe mit π, die primären zweizähligen Symmetrieaxen mit ϱ_1, ϱ_2 und die secundären zweizähligen Symmetrieaxen mit σ_1, σ_2, so liegt jede Fläche einer ditetragonalen Pyramide über einer dreikantigen Ecke $(\varrho\,\sigma\,\pi)$, in welcher:

$$(\varrho\,\sigma) = 45^0, \qquad (\sigma\,\pi) = (\pi\,\varrho) = 90^0$$

$$\cos(\varrho\,\sigma) = \sin(\varrho\,\sigma) = \sqrt{\tfrac{1}{2}}, \qquad \cos(\sigma\,\pi) = \cos(\pi\,\varrho) = 0, \; \sin(\sigma\,\pi) = \sin(\pi\,\varrho) = 1$$

so dass:

$$\sin^2(\varrho\,\sigma\,\pi) = \begin{vmatrix} 1 & \sqrt{\frac{1}{2}} & 0 \\ \sqrt{\frac{1}{2}} & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} = \tfrac{1}{2}$$

Bezeichnet man die an den längeren Endkanten, kürzeren Endkanten, Mittelkanten einer ditetragonalen Pyramide gelegenen Flächenwinkel mit (α), (β), (γ), so findet nach (3) und (8) zwischen diesen Winkeln die Beziehung statt:

$$(31) \quad 1 = 2\sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right) + 2\sin^2\left(\frac{\beta}{2}\right) + \sin^2\left(\frac{\gamma}{2}\right) + 2\sqrt{2}\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)\sin\left(\frac{\beta}{2}\right)$$

Hieraus folgt die Relation zwischen den Flächenwinkeln einer tetragonalen Pyramide erster Ordnung für $(\alpha) = 0$:

$$(32) \quad 1 = 2\sin^2\left(\frac{\beta}{2}\right) + \sin^2\left(\frac{\gamma}{2}\right) \quad \text{oder:} \quad \cos(\beta) = \sin^2\left(\frac{\gamma}{2}\right)$$

oder:

$$1 = 2\cos(\beta) + \cos(\gamma)$$

tetragonalen Pyramide zweiter Ordnung für $(\beta) = 0$:

$$(33) \quad 1 = 2\sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right) + \sin^2\left(\frac{\gamma}{2}\right) \quad \text{oder:} \quad \cos(\alpha) = \sin^2\left(\frac{\gamma}{2}\right)$$

oder:

$$1 = 2\cos(\alpha) + \cos(\gamma)$$

eines ditetragonalen Prismas für $(\gamma) = 0$:

$$(34) \quad 1 = 2\sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right) + 2\sin^2\left(\frac{\beta}{2}\right) + 2\sqrt{2}\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)\sin\left(\frac{\beta}{2}\right)$$

oder:

$$(35) \quad \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) - \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \sqrt{2}\sin\left(\frac{\beta}{2}\right)$$

Für das Disphenoid gilt dasselbe, was oben von dem Skalenoëder bemerkt wurde. Bezeichnet man die Flächenwinkel eines Disphenoids (hkl), $h > k$, mit (α), (δ), (ε), so ist:

$$\cos(\alpha) = \frac{2cchk + ll}{cc(hh + kk) + ll}$$

$$\cos(\delta) = \frac{-2cchk + ll}{cc(hh + kk) + ll}$$

$$\cos(\varepsilon) = \frac{cc(hh - kk) - ll}{cc(hh + kk) + ll}$$

folglich:

$$2\sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{cc(h - k)^2}{cc(hh + kk) + ll}$$

$$2\sin^2\left(\frac{\delta}{2}\right) = \frac{cc(h + k)^2}{cc(hh + kk) + ll}$$

$$2\cos^2\left(\frac{\varepsilon}{2}\right) = \frac{2cchh}{cc(hh + kk) + ll}$$

und demnach:

$$(36) \quad \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) + \sin\left(\frac{\delta}{2}\right) = \sqrt{2}\cos\left(\frac{\varepsilon}{2}\right)$$

oder:

(37) $$2 \sin\left(\frac{\alpha + \delta}{4}\right) \sin\left(\frac{\alpha - \delta}{4}\right) = \sqrt{2} \cos\left(\frac{\varepsilon}{2}\right)$$

4. Rhombisches System.

Jede Fläche einer rhombischen Pyramide liegt über einer, von ihren drei Symmetrieaxen gebildeten dreikantigen Ecke, in welcher:

$$c_{ii} = 1,\ c_{ik} = 0\ (i \lesseqgtr k)$$

Demnach ist:

$$\Delta_{ii} = 1,\ \Delta_{ik} = 0,\ \Delta = 1.$$

Aus (3) und (8) folgt:

(38) $$1 = \sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right) + \sin^2\left(\frac{\beta}{2}\right) + \sin^2\left(\frac{\gamma}{2}\right)$$

oder:

(39) $$2 = \cos^2\left(\frac{\alpha}{2}\right) + \cos^2\left(\frac{\beta}{2}\right) + \cos^2\left(\frac{\gamma}{2}\right)$$

oder:

(40) $$1 = \cos(\alpha) + \cos(\beta) + \cos(\gamma)$$

worin (α), (β), (γ) die Flächenwinkel einer rhombischen Pyramide bedeuten. Hieraus ergiebt sich zugleich, dass die Summe der Cosinus der Flächenwinkel eines rhombischen Sphenoids gleich der negativen Einheit ist.

Aus den vorstehenden Betrachtungen erhellt, dass die Fundamentalgleichung der räumlichen Goniometrie, d. i. die Gleichung zwischen den von fünf Geraden oder Ebenen unter einander eingeschlossenen Winkeln, die gemeinsame Quelle für die Relationen zwischen den Flächenwinkeln der einfachen Krystallformen ist.

XIX. Zur Berechnung hexagonaler Krystalle.

Von

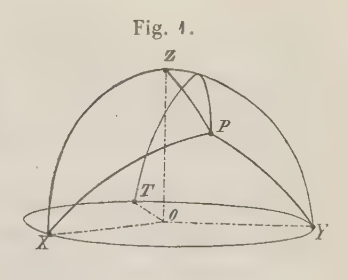
A. Brun in Genf.

(Mit 2 Holzschnitten.)

Bravais hat in seinen »Etudes cristallographiques« für die Berechnung des Winkels zweier Flächen aus den Indices, wie sie für das hexagonale System von ihm vorgeschlagen und in dieser Zeitschrift adoptirt sind, eine analytische Formel gegeben, welche indess ziemlich complicirt ist und die umgekehrte Berechnung, die der Indices aus den Winkeln, nicht in einfacher Weise gestattet. Es dürfte deshalb nicht ganz überflüssig sein, im Folgenden diejenigen Formeln mitzutheilen, welche sich mit Hülfe der Miller'schen Berechnungsweise unter Annahme der Bravais'schen Bezeichnungsart ergeben.

Sei P (Fig. 1) der Pol einer beliebigen Krystallfläche $(hkli)$, seien X, Y, T, Z die Punkte, in denen die drei Nebenaxen (Winkel $XOY = YOT = TOY = 120^0$) und die Hauptaxe OZ die Sphäre treffen, so wird, da $OX = OY = OT = 1$, die Miller'sche Gleichung:

Fig. 1.



$$\frac{a}{h}\cos PX = \frac{b}{k}\cos PY = \frac{c}{i}\cos PZ$$

sich umwandeln in:

$$\frac{\cos PX}{h} = \frac{\cos PY}{k} = \frac{\cos PT}{l} = \frac{c}{i}\cos PZ \qquad (1)$$

in welcher der Bogen PT und der Index l als überflüssig*) im Folgenden nicht weiter in Rücksicht gezogen werden sollen.

---

*) Mit Hülfe der Gleichung (1) lässt sich direct beweisen, dass $h + k + l = 0$, denn es ist:

$$\cos PT = -\frac{\cos PX}{2} - \tfrac{1}{2}\sqrt{3}\sin PX \cos PXY$$

$$\cos PY = -\frac{\cos PX}{2} + \tfrac{1}{2}\sqrt{3}\sin PX \cos PXY$$

Daraus ergiebt sich:

§ 1. Bestimmung des Poles P der Fläche $(hkli)$ aus den Indices h, k, i und der Axenlänge c der Grundform. Die Formeln der sphärischen Trigonometrie liefern unter den vorliegenden Bedingungen folgende Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned}
\cos PZ &= \sin PY \cos PYZ = \sin PX \cos PXZ \\
\cos PY &= \sin PZ \cos PZY = -\frac{\cos PX}{2} + \tfrac{1}{2}\sqrt{3}\, \sin PX \cos PXY \\
\cos PX &= \sin PZ \cos PZX = -\frac{\cos PY}{2} + \tfrac{1}{2}\sqrt{3}\, \sin PY \cos PYX
\end{aligned}\right\} \quad (A)$$

Durch Benutzung der unter (1) gegebenen Relationen folgt daraus:

$$\cot PZ = \frac{i}{kc} \cos PZY = \frac{i}{hc} \cos PZX \qquad (2)$$

d. h.

$$\frac{\cos PZY}{\cos PZX} = \frac{\cos PZY}{\cos(120^0 - PZY)} = \frac{k}{h}$$

woraus sich ergiebt:

$$\left.\begin{aligned}
\operatorname{tg} PZY &= \frac{k + 2h}{3k}\sqrt{3} \\
\operatorname{tg} PZX &= \frac{h + 2k}{3h}\sqrt{3}
\end{aligned}\right\} \quad (3)$$

oder, was damit gleichbedeutend ist:

$$\left.\begin{aligned}
\cos^2 PZY &= \tfrac{3}{4} \cdot \frac{k^2}{h^2 + kh + k^2} \\
\cos^2 PZX &= \tfrac{3}{4} \cdot \frac{h^2}{h^2 + kh + k^2}
\end{aligned}\right\} \quad (4)$$

und aus (2) und (4):

$$\cot PZ = \frac{i\sqrt{3}}{2c\sqrt{h^2 + kh + k^2}} \qquad (5)$$

Dieser Ausdruck ergiebt unmittelbar den Winkel einer beliebigen Fläche zur Basis aus den Indices und der Axenlänge c.

Aus den beiden letzten Gleichungen unter (A) kann man ableiten:

$$3\cos PX + 3\cos PY = \sqrt{3}\,(\sin PX \cos PXY + \sin PY \cos PYX)$$

und da nach (1):

$$\frac{\cos PX + \cos PY}{h + k} = \frac{c}{i} \cos PZ$$

so ergiebt sich unter Berücksichtigung der Relationen (A) und (1):

$$\cos PT = -(\cos PX + \cos PY)$$

Aus (1) folgt: $\dfrac{\cos PT}{l} = \dfrac{\cos PX + \cos PY}{h + k}$

d. h. $l = -(h + k)$

$$\left.\begin{aligned} \operatorname{tg} PYZ &= \frac{c(2h+k)}{i\sqrt{3}} \\ \operatorname{tg} PYX &= \frac{i\sqrt{3}}{c(2h+k)} \end{aligned}\right\} \quad (6)$$

$$\left.\begin{aligned} \operatorname{tg} PXZ &= \frac{c(2k+h)}{i\sqrt{3}} \\ \operatorname{tg} PXY &= \frac{i\sqrt{3}}{c(2k+h)} \end{aligned}\right\} \quad (7)$$

§ 2. **Berechnung des Winkels zweier beliebiger Flächen aus ihren Indices und der Axenlänge c.** Seien P und Q (Fig. 2) die Pole der beiden Flächen (hki) und (pqr), so ist:

$$PZQ = PZY - QZY$$

Mit Hülfe der Gleichung (3) folgt hieraus:

$$\operatorname{tg} PZQ = \frac{hq - kp}{h(q + 2p) + k(p + 2q)} \sqrt{3} \quad (8)$$

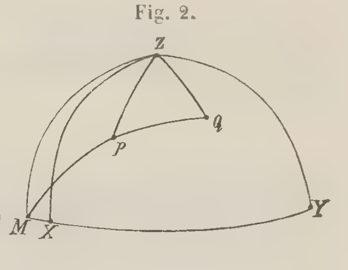


Fig. 2.

Man berechnet nunmehr die beiden Bögen PZ und QZ nach (5) und kennt somit in dem sphärischen Dreieck PQZ zwei Seiten und den eingeschlossenen Winkel. Die dritte Seite PQ ist der gesuchte Winkel zwischen den Flächen (hki) und (pqr).

§ 3. **Berechnung des Parameterverhältnisses c der Grundform aus dem Winkel zweier beliebiger Flächen.** Diese Flächen seien $P(hki)$ und $Q(pqr)$; mit Hülfe der Miller'schen Methode leitet man daraus die Indices des Punktes M (s. Fig. 2), welcher der Zone PQ und der Prismenzone XY gemeinsam ist, ab; da $ZM = 90^0$, so ist

$$\frac{\operatorname{tg} PM}{\operatorname{tg} QM} = \frac{\operatorname{tg} PZM}{\operatorname{tg} QZM}$$

und folglich:

$$\frac{\sin(QM + PM)}{\sin(QM - PM)} = \frac{\operatorname{tg} QZM + \operatorname{tg} PZM}{\operatorname{tg} QZM - \operatorname{tg} PZM} \quad (9)$$

Der gemessene Winkel PQ ist aber nun, je nach der Lage von P, entweder die Summe oder die Differenz von PM und QM; es ist folglich, da PZM und QZM nach (8) bekannt sind, stets möglich, PM und QM aus der Gleichung (9) zu berechnen. Im Dreieck PZM kennt man demnach ZM $(= 90^0)$, PM und PZM; man berechne aus diesen PZ und setze dessen Werth in die Gleichung (2), so erhält man die Axenlänge c, nachdem man den Winkel PZY aus (3) hergeleitet hat.

§ 4. **Specielle Fälle.**

a) Liegt der Punkt $Q(pqr)$ in der Zone $PZ[hki, 001]$, so ist nach (2):

$$\operatorname{tg} PZ = \frac{kc}{i \cos PZY} = \frac{hc}{i \cos PZX}$$

$$\operatorname{tg} QZ = \frac{qc}{r \cos QZY} = \frac{pc}{r \cos PZX}$$

daraus folgt:

$$\frac{\operatorname{tg} PZ}{\operatorname{tg} QZ} = \frac{rk}{iq} = \frac{rh}{ip}$$

Wenn also für eine der beiden Flächen der Winkel zur Basis bekannt ist, so findet man hiernach den der anderen, also auch den Winkel, welchen die Flächen PQ mit einander einschliessen.

b) Liegt $P(hki)$ auf dem Zonenkreise ZX, d. h. ist $k = -\frac{h}{2}$, so wird:

$$\frac{\operatorname{tg} PZ}{2} = \frac{h+k}{i} c \quad \text{d. h. } \operatorname{tg} PZ = \frac{h}{i} c$$

c) Hat P das Symbol $(hk0)$, d. h. ist es eine Prismenfläche, so ist der Winkel V, welchen dieselbe mit der nächstgelegenen Fläche (100) bildet, gegeben durch:

$$\operatorname{tg} V = \frac{k\sqrt{3}}{2h+k}$$

wie sich aus (8) ergiebt, wenn man $p = 1$ und $q = 0$ setzt.

d) Für die Pyramide zweiter Ordnung mit den Indices (111) findet man aus (2), das $PZY = 60^0$:

$$\frac{\operatorname{tg} PZ}{2} = c$$

e) Für die Pyramide erster Ordnung $(h0i)$ ergiebt die Formel (5):

$$c = \frac{i\sqrt{3}}{2h}$$

f) Berechnung der Axenlänge c aus dem Winkel zweier Flächen $P(hki)$ und $Q(pqr)$, deren letztere in der Zone PZ liegt. Die Gleichung

$$\operatorname{tg} PQ = \operatorname{tg}(PZ - QZ) = \frac{\operatorname{tg} PZ - \operatorname{tg} QZ}{1 + \operatorname{tg} PZ \operatorname{tg} QZ}$$

giebt, mit (2) und (4) combinirt:

$$c = \frac{ir}{kr(1 - \operatorname{tg} PQ) - iq} \cdot \frac{q\sqrt{3}}{2\sqrt{p^2 + pq + q^2}} \operatorname{tg} PQ.$$

XX. Ueber Arsenate von Joachimsthal.

Von

A. Schrauf in Wien.

(Mit Taf. VIII.)

1. Mixit, ein neues Kupferwismuthhydroarsenat.

Im Sommer dieses Jahres wurden zu Joachimsthal im Horizonte der zersetzten Wismutherze Anbrüche gemacht, welche mineralogische und paragenetische Bedeutung haben. Ich erhielt, durch freundliche Vermittlung des Herrn Ministerialrathes v. Friese, von Herrn Bergrath A. Mixa in Joachimsthal eine Suite zur Durchsicht und Bestimmung und habe mir erlaubt, das als neu erkannte Mineral nach dessen Namen »Mixit« zu nennen. Ueber das specielle Vorkommen schreibt mir der genannte Herr: »Dieses Mineral bricht am Geistergange*) am sechsten Geisterlauf in Begleitung von Chalkolithen und Bismuthit, welcher auch auf einigen Stücken ersichtlich ist. Unter dieser Anbruchstelle (20 Meter tiefer) führt der Gang gediegen Wismuth und sind auch hierselbst die auf dem Wismuthhaltenden Tennantit aufsitzenden Walpurgine vorgekommen.«

Die mineralogischen Charaktere des Mixit sind folgende: Die Farbe smaragdgrün bis bläulichgrün, der Strich etwas lichter. Härte 3—4. Das Volumgewicht 2,66 (bestimmt mit nur 0,5 Gramm). Die feinsten Fasern fast durchsichtig. Das Mineral bildet auf dem unreinen gelben Wismuthocher theils einen Anflug, theils unregelmässig verstreute derbe Partien und zwar entweder körnig zerfressene Varietäten, oder kuglig nierenförmige Partien, die nur im Centrum körnig sind, gegen die Peripherie zu concentrisch fasrig, kryptokrystallinisch werden. Einzelne dieser feinen concentrischen Fasern können selbst als rudimentär entwickelte, haarförmige Krystalle gelten. Unter dem Mikroskop erscheinen sie als sechsseitige

*) Ueber den Geistergang und die auf ihm einbrechenden Mineralien vergleiche die erschöpfende Darstellung in Vogl: Gangverhältnisse und Mineralreichthum Joachimsthals. 8⁰ Teplitz 1856 — S. 13 u. folg.

Prismen. Versuche, den Prismenwinkel zu messen, ergaben als Näherungswerth für denselben circa 55°. Da die Richtung des Exstinctionsmaximum circa 6—9° gegen die Prismenkanten geneigt ist, so kann man auf ein mono- oder asymmetrisches Krystallsystem dieser Fasern schliessen.

Das ausgezeichnetste Merkmal unseres Minerals, welches dasselbe sehr leicht von anderen ähnlichen Vorkommnissen zu unterscheiden gestattet, ist dessen Verhalten gegen gewässerte Salpetersäure. In diese gebracht, bedeckt sich Mixit fast momentan mit einer neugebildeten Schicht des weissen glänzenden Pulvers von Wismutharsenat, welches in dieser Säure vollkommen unlöslich ist. Das vorhandene Kupferarsenat geht hingegen vollkommen in Lösung über.

Um die chemische Zusammensetzung des Minerals möglichst sicher zu bestimmen, habe ich eine vollständige Analyse mit 0,7 Gramm und zur Controle zwei partielle mit je 0,5 Gramm durchgeführt. Jede nach einer anderen Methode.

Bei der Analyse I wurde eine Methode befolgt, welche dem von Winkler*) angegebenen Gange ähnlich ist, und gestattet, alle vorhandenen Elemente aus Einer primären Lösung abzuscheiden. Aus der salz- und essigsauren Lösung wurde zuerst in der Kälte *Bi* und *Cu* durch Schwefelwasserstoffwasser gefällt, und dieses Präcipitat, um es vollkommen arsenfrei zu erhalten, mit Schwefelnatrium digerirt. Diese Schwefelverbindungen geröstet und aus deren salpetersaurer Lösung das *Bi* vom *Cu* durch »repetirtes« Behandeln mit Ammoniumcarbonat getrennt. Mehrmalige Fällung ist nothwendig, indem die Kupferlösung hartnäckig Spuren von *Bi* zurückhält. Schliesslich wurde Wismuth als Bi_2O_3, das Kupfer als Cu_2S gewogen. Aus den ursprünglichen Filtraten wurde bei 70° C. Arsen durch Schwefelwasserstoffgas gefällt, aber als geglühtes Magnesiumarsenat gewogen. Eisen ward durch Schwefelammon, Kalk durch Oxalsäure gefällt. Uran konnte nicht in wägbarer Quantität nachgewiesen werden. Aus den letzten Filtraten konnte noch durch Magnesiamixtur eine geringe Quantität von Arsen- und Phosphorsäure gefällt werden, welche, da sie nur 1% betrug, ohne weitere Trennung zu versuchen, als Phosphorsäure angenommen und so in Tabelle I angeführt wird.

Bei der Probe II ward aus der ursprünglich salzsauren Lösung vorerst das Wismuth als Oxychlorid gefällt, um das Kupfer vollkommen *Bi*-frei zu erhalten. *Cu* ward als Cu_2S, Arsen als getrocknetes Ammonmagnesiumarsenat gewogen. Die Reduction des Wismuthoxychlorid mit Cyankalium gelang (wegen des Filter) unvollkommen.

Um in III den Wismuthgehalt möglichst genau zu erhalten, wurde das in verdünnter salpetersaurer Lösung freiwillig sich abscheidende Wis-

*) Winkler, Journ. f. pr. Chem. 1873, 7, 3

mutharsenat gesammelt, in ClH gelöst, mit kohlensaurem Ammon gefällt und Bi_2O_3 gewogen. Aus der ursprünglichen Lösung ward Kupfer durch Kali gefällt, allein die letzten Spuren von Kupfer blieben in Lösung. Sie hätten nur durch SH_2 gefällt werden können; und dessen Verwendung sollte vermieden werden.

Wie man erkennt, sind diese Methoden in Beziehung auf die einzelnen Grundstoffe von ungleicher Genauigkeit. In der nachfolgenden Zusammenstellung der Resultate sind desshalb jene Zahlen, welche in Folge der »Methode« nicht Anspruch auf »absolute« Genauigkeit haben mit * bezeichnet:

	I	II	III	Mittel:
CuO	44,23*	43,06	42,34*	43,21
FeO	1,52			1,52
CaO	0,83			0,83
Bi_2O_3	12,25*		13,90	13,07
As_2O_5	29,51	30,33*		30,45 (})
P_2O_5	1,05			
H_2O	11,06	11,09	11,08	11,07
	100,45			100,15

Als Wasser ward der Glühverlust bei dunkelrother Gluth in Rechnung gestellt, wo die Substanz ihre lichte Farbe bleibend in schwärzlichgrün verändert. Die Analysen beziehen sich auf gut lufttrockene Substanz von constant bleibendem Gewichte. Letzteres ist hervorzuheben, denn das Mineral gab im Exsiccator über Schwefelsäure relativ viel Wasser (nach 24 Stunden 1,84%) ab; aber dieser Gewichtsverlust ist kein bleibender. Der Verlust bei 100° C. betrug 4,08%, bei 175° C. hingegen 5,86%. Bei relativ niedriger Temperatur entweicht also circa $^{12}/_{22}$ des gesammten Wassers; bezeichne man diese Quantität etwa als Krystallwasser, so würde der Rest zur Constitution von $Cu(HO)_2$ gehören, eines Molecüls, welches in Verbindungen erst bei höherer Temperatur*) H_2O freigiebt.

Mit Rücksicht auf die nothwendige Existenz von mindestens einem Molecül Wismuth entspricht den Beobachtungen am besten die empirische Formel:

$$Cu_{20}Bi_2As_{10}H_{44}O_{70}$$

	gerechnete %:	beobachtete %:
$20\,CuO$	44,08	$43,21 + \begin{cases} FeO = 1,5 \\ CaO = 0,8 \end{cases}$
$1\,Bi_2O_3$	12,99	13,07
$5\,As_2O_5$	31,93	30,45 (incl. P_2O_5)
$22\,H_2O$	11,00	11,07

*) Vergl. Ludwig, Tschermak's Min. Mitth. 1873, S. 37, 38. — Atacamit, Brochantit.

Die leichte Abspaltbarkeit des Wismutharsenats könnte veranlassen, die Formel*) dualistisch zu gestalten; etwa:

$$\begin{cases} 4\,[Cu_3\,As_2\,O_8 + 2\,Cu(HO)_2 + 3\,H_2\,O] \\ + [Bi_2\,As_2\,O_8 \qquad\qquad\qquad + 2\,H_2\,O] \end{cases}$$

für die vorliegende gut lufttrockene**) Substanz. Das hier auftretende Kupferarsenat ist ident mit dem Cornwallitmolecül (vergl. Cornwallit Rammelsberg).

Die Maternalerze für unser Mineral sind einerseits die zersetzten Wismutherze verschiedener Qualität, anderseits die — gerade auf diesem Gange vorkommenden — Tennantite, welche meist ganz zersetzt und selbst etwas *Bi*-haltend (vergl. oben) sind. Ein Bild der durchgreifenden Zersetzung und der zahlreichen secundären hydatogenen Bildungen rollt sich vor unserem Auge auf, wenn man die auf diesem Gange einbrechenden***) Mineralien: Speiskobalt, Kupfernickel, Wismuthglanz, Tennantit, Kobaltblüthe, Nickelblüthe, Kobaltvitriol, Nickelvitriol, Pitticit, Gyps, Pharmakolith. Wapplerit, Wismuthocher, Mixit in ihrem Abhängigkeitsverhältniss beobachtet. Aehnliche Beziehungen, wie zwischen *Cu* und *Bi*, bestehen auch zwischen Uran und Wismuth oder *Cu* und Uran. Und so bauen sich aus den primären ältesten Kupfer-, Uran-, Wismutherzen eine Reihe jüngerer gemischter Verbindungen auf.

Neben Mixit ist auf den Handstücken noch Chalkolith sichtbar. Das Vorkommen eines Kupferphosphates neben dem Kupferarsenat (Mixit) befremdet anfangs, und man erwartet Zeunerit. Allein in der That sind nur die Reactionen auf Phosphorsäure entscheidend, so dass wirklich Chalkolith vorliegt. Er ist scheinbar einaxig. Man kann sich dieses Nebeneinandervorkommen nur durch die überwiegende Affinität der Phosphorsäure zu Uran, anderseits von Arsensäure zu Bismuth erklären, wodurch eine Trennung der beiden Säuren in der Natur eingeleitet und der Anstoss zu Bildung unlöslicher Doppelverbindungen mit Kupfer gegeben wird.

Ferner kommt auf den Mixithandstücken, die im Wesentlichen aus

*) Für mnemotechnische Zwecke wäre die kürzeste Formel:
$R_5\,As_2\,O_{10} + 4$ aq, worin $R_5 = (\frac{4}{5}\,Cu_5 + \frac{1}{5}\,Bi_2\,H_4)$

) Wäre in statu nascente etwa um $^1/_2\,^0/_0$ mehr Wasser gebunden, so könnte man die Formel symmetrisch gestalten und $Bi_2\,As_2\,O_8 + 3\,H_2O$ schreiben. Allein im Gegensatze zum polyhydrischen Kupfer enthält das Bismutharsenat selbst im frischen Zustande nur wenig Wasser. Da die Beobachtungen Salkowsky's (Journ. f. pr. Chemie, **104) nur den Wassergehalt (1 aq) des bei 120—130° C. getrockneten $Bi_2\,As_2\,O_8$ betreffen, so habe ich mir selbst einige Gramm frisch erzeugt und an der Luft trocknen lassen. Auch hier erhob sich der Glühverlust nicht wesentlich über $1^1/_2$ Molecül Wasser, so dass man für ein solch lufttrockenes Präparat annähernd $2\,Bi_2\,As_2\,O_8 + 3\,H_2\,O$ schreiben könnte. Desshalb wäre es auch möglich, dass in der leicht abspaltbaren natürlichen Verbindung mit Kupfer das Wismutharsenat für sich selbst nur geringe Mengen Krystallwasser bindet.

***) Vergl. Vogl, l. c. S. 13.

Bismuthocher bestehen. Bismuthit krystallisirt oder wenigstens in Afterkrystallen vor. Die Species »kohlensaures Wismuth« wird von Dana sub Nr. 753 und 753 A aufgeführt. Mit 753 A ist unser Vorkommen ident. Es sind säulenförmige Krystalle mit theils schuppigen, theils gekrümmten Flächen, im Innern meist hohl. Ihre Farbe ist grau in's Bräunlichgrüne mit grauem Striche. Glas- bis demantglänzend. Sie decrepitiren und enthalten neben Wismuth Wasser und relativ viel Kohlensäure. Sicher kein Arsen. Vogl hat seinerzeit (l. c. Nr. 44) ähnliche Vorkommnisse als neue Species beschrieben. Nach meinen Beobachtungen würden höchstens im Gehalte an Kohlensäure Differenzen zu suchen sein gegenüber der älteren Species Bismuthit. Letztere zeigen ja ebenfalls nach Breithaupt's Worten »nadelförmige Afterkrystalle«, ähnlich wie sie mir vorliegen. Die Form der von mir gemessenen Krystalle (1 mm zu 4 mm) ist einem verzerrten Rhomboëder ähnlich, aber die Beobachtungen weisen auf Asymmetrie. Bezeichnet man die Flächen (vergl. Fig. 1) mit P; $Mm = \pm \infty P$: $a = \infty \breve{P} \infty$ Spaltfläche; so gelten hierfür folgende durch Schimmermessungen erhaltene Werthe:

$aM = 57\frac{1}{2}^0$; $am = 55\frac{1}{2}^0$; $Mm' = 66\frac{1}{2}^0$; $aP = 39\frac{1}{2}^0$; $MP = 80^0$
Zone aM : Zone $aP = 115^0$ circa.

Breithaupt erwähnt, dass Bi_2S_3 oder Bi das Maternalerz für die von ihm beobachteten Krystalle bildet. Die von mir gemessenen Formen lassen sich auf diese zwei Substanzen nicht beziehen.

2. Wapplerit.

Mein hochgeehrter Freund Frenzel hat mir Herbst 1874 die ersten schönen Krystalle dieser von ihm aufgestellten Species zur Untersuchung gesandt. Eine vorläufige Mittheilung über die damals erhaltenen Resultate gab ich in Leonhard und Geinitz: Jahrb. f. Min. 1875, S. 290. Daselbst sprach ich von der sehr wahrscheinlichen Asymmetrie des Minerals: diese mit Sicherheit zu constatiren erlauben mir Messungen an neu acquirirtem Materiale. Die zur Prüfung dieser Ansicht nöthigen morphologischen Daten sollen im nachfolgenden kurz mitgetheilt werden.

Flächensymbole: $a(100)\infty\bar{P}\infty$; $b(010)\infty\breve{P}\infty$; $l(120)\infty\breve{P}'2$; $L(1\bar{2}0)\infty'\breve{P}2$; $m(110)\infty P'$; $M(1\bar{1}0)\infty'P$; $n(210)\infty\bar{P}'2$; $N(2\bar{1}0)\infty'\bar{P}2$; $d(011),\breve{P}'\infty$; $D(0\bar{1}1)'\breve{P},\infty$; $t(031)3,\breve{P}'\infty$; $T(0\bar{3}1)3'\breve{P},\infty$; $\psi(\overline{10}.0.1)10,\bar{P},\infty$; $F(2\bar{7}1)7'\breve{P}\frac{7}{2}$; $e(251)5\breve{P}'\frac{5}{2}$; $g(231)3\breve{P}'\frac{3}{2}$; $G(2\bar{3}1)3'\breve{P}\frac{3}{2}$; $p(211)2\bar{P}'2$; $P(2\bar{1}1)2'\bar{P}2$; $\pi(\bar{2}11)2,\bar{P}2$; $\Pi(\bar{2}\bar{1}1)2\bar{P},2$; $\omega(\bar{4}11)4,P4$; $\Omega(\bar{4}\bar{1}1)4\bar{P},4$; $o(411)4\bar{P}'4$; $O(4\ 'P4)$ $4'\bar{P}4$ (vergl. Projection Fig. 2). Die Existenz eines sehr entwickelten Zonenverbandes habe ich bereits früher (l. c.) betont.

Die nachfolgende Tabelle (S. 282) enthält die Differenzen zwischen den directen Messungen und jenen Werthen, welche gerechnet sind mit Zuhülfenahme des Parametersystems: $a : b : c = 1 : 1,11002 : 0,29037$
$\alpha = 90^0\ 13'\ 55''$, $\beta = 95^0\ 20'$, $\gamma = 90^0\ 10'\ 35''$.

	gerechnet		Rechnung — Beobachtung						
			Kr. 1	Kr. 4	Kr. 7	Kr. 8	Kr. 9	Kr. 10	Kr. 20
$\Omega\pi$	20°	42',3	— 9',7						
gp	20	43,5				— 0',5		+ 1',5	
GP	20	52,5	— 0,5		+ 2',5				
GT	23	53,5					+ 3',5		
$\pi\Pi$	26	26,3							+ 1',3
pd	28	0,7							+ 2,7
bl	29	5,3		— 0',7					
Dd	29	12		+ 5					— 1
$d\pi$	30	30							+ 14
$D\Pi$	30	32,3	— 3,7						
PT	36	28			+ 4				
$\pi\tau$	37	19							+ 2
dP	39	4,7	— 3,3						
MG	44	35		+ 4	— 2		+ 3		
bm	48	0	+ 2			+ 7			
$b'M$	48	13,5		— 5,5	+ 0,5		— 2,5		
$'m\Omega$	49	17,5	— 0,5						
$d\omega$	51	14							+ 2
bt	51	50,5							+ 0,5
$'bT$	52	9		+ 9	+ 12		+ 12		
$'N\Omega$	54	4,3							+ 9,3
NP	54	11,7					+ 3,7		
$T\Omega$	54	24	+ 4						
mp	56	31,5				— 2,5			
bg	56	46				— 1			
MP	56	52	— 1		— 11		+ 4		
$'bG$	57	11,7	— 1,3	+ 8,7	+ 5,7		+ 2,7		
$g\pi$	57	55,3						— 4,7	
$p\pi$	58	31						+ 6	
$'N\pi$	60	59							+ 6
$'M\pi$	61	46,7					+ 2,7		— 3,3
$'m\Pi$	61	57,3	+ 10,3						
MT	62	23			— 17				+ 3
$'M\Omega$	65	8,7	+ 6,7						
bn	65	40,7		— 5,3	— 5,3	— 4,3			
bN	66	0,7					+ 2,7		
NT	71	32,5		— 6,5					
$'N\Pi$	72	35							+ 11
bd	75	10	+ 2	— 5					— 1
$'bD$	75	38,5	+ 8,5	+ 0,5					
tT	76	0,5							+ 9,5
MD	76	33,5		— 1,5	+ 8,5				
$b\pi$	76	40							+ 10
$'b\Pi$	76	53,7	— 16,3						— 11,3
bp	77	29,5				+ 1,5			
$'bP$	78	4,5	— 1,5		+ 8,5		+ 5,5		
$'M\Pi$	80	18,3							— 2,7
Md	95	56,7	— 4,3	+ 6,7					
$'MD$	103	26							+ 4
$'md$	103	47	— 3						
		$\pm \Delta$	4,6	4,7	7,0	2,8	4,2	4,1	5,0

Diese Vergleichstabelle umfasst 50 differente gerechnete Winkel, denen hier 77 Beobachtungen an sieben Krystallen gegenüberstehen. Die mittlere

Differenz zwischen Rechnung und Beobachtung ist ± 4,'93 und zwar sind vorhanden 45 Beobachtungen mit $\varDelta = + 5,'30$ und 32 Beobachtungen mit $\varDelta = - 4,'36$. Der Gang beträgt daher nur $^1/_2$ Minute und fällt daher innerhalb der Grenzen der Genauigkeit der Ablesungen selbst. Von diesen 77 Differenzen liegen zwischen den Grenzen

	0—5′	5—10′	10—15′	15′ —
beobachtet	± 48	20	7	2
Es sollen	38,5	25	10	3,5

zwischen die genannten Grenzen nach den Principien der Wahrscheinlichkeitsrechnung fallen. Die Vertheilung der Differenzen ist daher zu Gunsten des Parametersystems.

Im nachfolgenden erwähne ich noch einige gerechnete Winkel:

$aP = 56^0\ 48'$ $\quad 'a\pi = 64^0\ 42,'5$ $\quad ad = 84^0\ 47,'7$ $\quad 'a\psi = 25^0\ 43,'3$
$'bF = 33\ \ 29,7$ $\quad be = 42\ \ 51,3$ $\quad a:(201) = 55^0\ 55'$ $\quad b:(201) = 89^0\ 41,'7$

Die möglichst naturgetreuen Projectionen der Krystalle Nr. 4, 9, 10 (vergl. Fig. 3, 4, 5) lassen erkennen, dass die Anordnung der Flächen, namentlich in den positiven Quadranten, ziemlich symmetrisch ist. Gut entwickelte Krystalle z. B. Nr. 1 und Nr. 20 (vergl. Fig. 6 und 7) zeigen fast wahre Monosymmetrie im Vorkommen der Flächen, wenn auch nicht im Grössenverhältniss derselben, welches in den betreffenden Figuren schematisch gestaltet wurde. Ich kann daher nur heute wiederholen (vergl. l. c. 1875), dass das von mir zuerst gegebene monokline Parametersystem für vorläufige Flächenbestimmung genügt.

In wie weit diese scheinbare Monosymmetrie durch Zwillingsbildungen influencirt wird, kann nach dem vorliegenden Materiale noch nicht in allen Details erörtert werden. Die Flächen b, m, t (vielleicht auch Π), zeigen gelegentlich Polydymie. So bestanden beispielsweise die Flächen (010) und (110) am Krystalle 11 aus je zwei Flächensegmenten $\beta_1\,\beta_2$; $\mu_1\,\mu_2$ — mit je einem distincten Fadenkreuz; $\beta_2\,\mu_2$ sind aber nur Segmente, die in Zwillingsstellung sich befinden:

beobachtet:		gerechnet:	
	$\mu_1 : \beta_1 = 47^0\ 55'$		$m : b = 48^0\ \ 0'$
	$\mu_2 : \beta_1 = 48\ \ 16$		$\bar{M}_b : b = 48\ \ 13,3$
	$\beta_1 : \beta_2 = \ \ 0\ \ 21$		$b : \dot{b}_a = \ \ 0\ \ 24$

Durch eine ähnliche Uebereinanderschichtung von Flächensegmenten ($t_b + T$) scheint auch die Lage der Fläche T alterirt zu werden. Hiedurch wären auch die grossen, an den Krystallen Nr. 4, 7, 9 auftretenden Differenzen mit 9′, 12′, 12′ erklärbar. Der Beweis für diese Annahme lässt sich jedoch nicht durch Ziffern führen, da gerade diese Beobachtungen auf diffusen Reflexen beruhen.

Ueber die morphologischen Beziehungen des Wapplerit zu Rösslerit habe ich bereits 1875 gesprochen. Um Wiederholungen zu vermeiden,

verweise ich auf die damaligen Angaben. Ich kann dieselben heute im vollen Umfange aufrecht erhalten. Die Umwandlung ist nämlich an einzelnen der von mir gemessenen und in verkorkten Fläschchen aufbewahrten Krystallen im Zeitraum von circa zwei Jahren von selbst eingetreten. Sie sind in weisse undurchsichtige, aus lockerem Pulver bestehende Pseudomorphosen verwandelt: haben aber bis jetzt noch Form, ja selbst Glanz der Flächen conservirt.

In optischer Beziehung zeichnet sich Wapplerit durch seine »Dispersion croisée« aus, und würde, da die Farbenaustheilung der des Borax entgegengesetzt ist, ein passendes mineralogisches Gegenstück zu letzterem liefern. Leider ist die geringe Grösse (meist 2 mm zu 1 mm) der Wapplerit-krystalle bis jetzt der praktischen Verwerthung dieses Vorschlages nicht allzu günstig. Platten parallel 010 zeigen den Austritt der optischen Axen in Luft. Bissectrix etwas geneigt zur Normale auf (010). Axenwinkel $2E = 55^0$, annäherungsweise, da ein anormales Bild eines dritten Axenpunktes einseitige Störung der Hauptfigur hervorrief. Die Axenebene bildet auf der Platte parallel $b(010)$ im Mittel einen Winkel von $69\frac{1}{2}^0$ mit der Kante bm, $13\frac{1}{2}^0$ mit bp, 15^0 mit der Kante bd. Die Dispersion des Axenwinkel $\varrho < v$; ferner ist sehr markirte Dispersion croisée der Axenebenen vorhanden.

3. Pharmakolith.

An meinem Materiale habe ich nebst den bereits bekannten und in Miller's Mineralogy notirten Flächen $b(010)$, $m(110)$, $s(310)$, $n(011)$, $x(32\bar{1})$, noch die Pyramide $\pi(11\bar{1})$ beobachten können. Die Form π ist durch den Zonenverband von $(310):(01\bar{1})$ inducirt. π ist uneben, und nur an einem Krystall gemessen worden. Wegen der geringen Dicke der zur Beobachtung tauglichen Krystalle sind die Pyramidenflächen meist sehr klein, und desshalb deren Winkel mit geringerer Genauigkeit bestimmbar, als die der übrigen Flächen. Die scharfen Reflexe an letzteren erlauben bis auf 1′ genaue Einstellungen. In der nachfolgenden Tabelle sind die Beobachtungen an einigen Krystallen mit der Rechnung verglichen.

Rechnung	Beobachtung		
	Krystall 8	Krystall 9	Krystall 6
$bn = 70^0\ 13'$	$70^0\ 16'$	$70^0\ 13'$	
$bn' = 109\ 47$	109 44	109 51	
$nn' = 39\ 34$	39 28		
$'bn' = 70\ 13$	70 15	70 11	
$bs = 78\ 31$	78 31	78 30	
$b's = 101\ 29$	101 32		
$bm = 58\ 38$			$58^0\ 42'$

Rechnung	Beobachtung		
	Krystall 8	Krystall 9	Krystll 6
$bx = 69\ 33$		$69^0\ 41'$	
$sx = 31\ \ 4$		$31\frac{1}{3}^0$	
$'sx = 44\ \ 9{,}5$		$44\frac{1}{2}$	
$b\pi = 71\ 53$			$72\frac{1}{2}^0$
$m\pi = 59\ 19{,}7$			$58\frac{2}{3}$
$'m\pi = 79\ 14$			$79\frac{1}{2}$
$'ns = 87\ 39$	$87^0\ 39'$	87 40	
$ns = 79\ 51$	79 52		
$bb' = 180\ \ 0$	180 1	180 2	

Die Rechnung basirt auf dem Parameterverhältnisse $a : b : c = 0{,}61373 : 1 : 0{,}36223 - \beta = 96^0\ 46{,}'6$.

Von den gerechneten Winkeln führe ich noch die folgenden an:

$(100):(011) = 83^0\ 37{,}'6 \qquad (001):(110) = 84^0\ 13{,}'2$

$(100):(32\bar{1}) = 36\ \ 34{,}5 \qquad (00\bar{1}):(32\bar{1}) = 67\ \ 23{,}6$

$(100):(11\bar{1}) = 65\ \ 54{,}7 \qquad (00\bar{1}):(11\bar{1}) = 36\ \ 28{,}3$

Die Figuren 8 und 9 stellen die zwei wichtigsten Combinationen dar. Auf der Spaltfläche $b(010)$ sind die Exstinctionsmaxima so orientirt, dass die Richtung eines derselben mit der Kante bm den Winkel $25^2/_3{}^0$, mit der Kante $bn = (010)(011)$ den Winkel $57^1/_2{}^0$ macht.

Miner. Mus. Universität Wien.

XXI. Correspondenzen, Notizen und Auszüge.

1. Th. Hiortdahl (in Christiania): **Einige Verbindungen der organischen Zinnradikale** (aus den Forhandlinger i Videnskabs Selskabet i Christiania 1879, Nr. 6, vom Verfasser mitgetheilt).

Zinndimethyl und die damit homologen zweiwerthigen Zinnradikale der Aethylreihe bilden mannigfaltige Verbindungen, die mit den entsprechenden gewisser zweiwerthiger Schwermetalle viele Aehnlichkeit darbieten. Die Oxyde werden durch Ammoniak oder Alkalien als weisse flockige Niederschläge ausgefällt, die Lösungen geben mit kohlensauren und phosphorsauren Alkalien, sowie auch mit Schwefelwasserstoff oder Blutlaugensalz unlösliche Fällungen. Ebenso lassen sich die löslichen, stark alkalisch reagirenden Oxyde der einwerthigen mit Zinntrimethyl homologen Radikale mit den Oxyden der Alkalimetalle oder des Thalliums vergleichen.

Die krystallographische Untersuchung mehrerer der charakteristischen Salze der Zinnradikale zeigt nun eine ganz entsprechende Uebereinstimmung.

Fig. 1.

1. Zinndimethylchlorid $Sn(CH_3)_2Cl_2$.

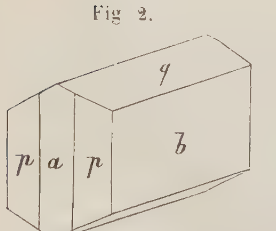
Rombisch, $a:b:c = 0,8341:1:0,9407$.

Die aus der wässerigen Lösung erhaltenen Krystalle zeigen nur das Prisma $p(110)\infty P$ und das Brachydoma $q(011)P\breve{\infty}$. Die Flächen sind eben, aber wenig spiegelnd.

	n*)	Berechnet:	Gemessen:
$pp = (110)(1\bar{1}0)$	4	—	*79° 40′
$pp = (110)(\bar{1}10)$	2	100° 20′	100 21
$qq = (011)(0\bar{1}1)$	4	—	*86 29
$pq = (110)(011)$	2	63 58	64 1

2. Zinndiäthylchlorid $Sn(C_2H_5)_2Cl_2$.

Fig. 2.



Rhombisch, $a:b:c = 0,8286:1:0,9432$, mit dem vorigen isomorph.

b	a	p	q
$\infty P\breve{\infty}$	$\infty P\bar{\infty}$	$\infty P\bar{2}$	$\frac{1}{2}P\breve{\infty}$
010	100	210	012

Aus der alkoholischen Lösung erhält man zwar grosse Krystalle, aber sie sind nicht zur Messung geeignet. Etwas besser, aber doch immer mit Flächen,

*) Zahl der gemessenen Kanten.

die ein wenig krumm sind, fallen die Krystalle aus ätherischem Chloroform aus. Sie sind tafelförmig nach $b(010)$ oder prismatisch nach $q(012)$, immer in der Richtung der Brachydiagonale verlängert.

	n	Berechnet:	Gemessen:
$pb = (210)(010)$	6	—	*67° 15′
$pa = (210)(100)$	1	22° 45′	22 25
$ab = (100)(010)$	2	90 0	90 1
$qq = (012)(0\bar{1}2)$	2	50 30	50 10
$qb = (012)(010)$	4	—	*64 45

Die optischen Axen liegen in $a(100)$; Mittellinie ist die Makrodiagonale. Schwache Dispersion, $\varrho > v$.

Diese Chloride sind mit dem Bleichlorid isomorph:

$$PbCl_2 \quad a : b : c = 0,8408 : 1 : 0,9990$$
$$Sn(C_2H_5)_2Cl_2 \quad = 0,8386 : 1 : 0,9432$$
$$Sn(CH_3)_2Cl_2 \quad = 0,8341 : 1 : 0,9407$$

Es wurden auch die diesen Chloriden entsprechenden Platindoppelsalze, von denen die Methylverbindung besonders schön ist, dargestellt und untersucht.

3. Zinndimethylplatinchlorid $Sn(CH_3)_2PtCl_6 + 7H_2O$.

		Gefunden:	Berechnet:
Analyse:	Cl	31,13	31,09
	Pt	28,78	28,90

Rhombisch, $a : b : c = 0,8883 : 1 : 0,9768$.

o	c	b	r	r'	q
P	oP	$\infty P\breve{\infty}$	$P\bar{\infty}$	$3P\bar{\infty}$	$\frac{3}{2}P\breve{\infty}$
111	001	010	101	301	032

Bis centimetergrosse, prachtvoll rothe leichtlösliche Krystalle, in Fig. 3—5 dargestellt. Das Makrodoma $r(101)$ ist selten, dagegen tritt $r'(301)$ sehr häufig auf.

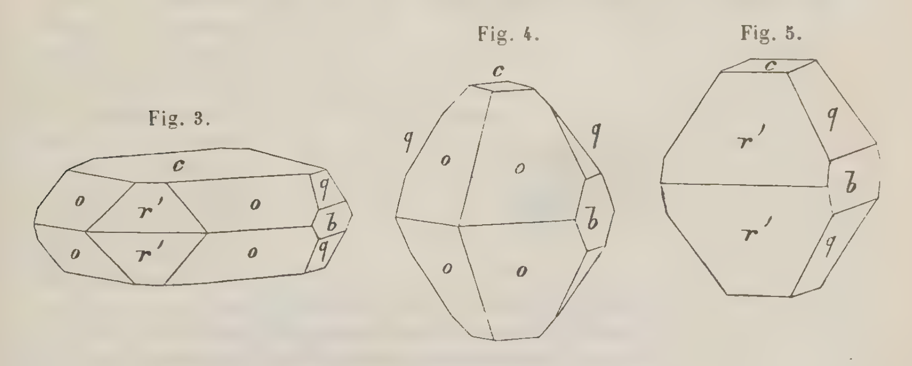


Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5.

Die Flächen sind eben und spiegeln sehr gut.

	n	Berechnet:	Gemessen:
$oo = (111)(11\bar{1})$	8	—	*68° 25′
$oo = (111)(1\bar{1}1)$	2	66° 35′	66 38
$oo = (111)(\bar{1}11)$	1	76 22	76 32

		n	Berechnet:	Gemessen:
ob	$= (111)(010)$	4	—	*56° 41′
oc	$= (111)(001)$	9	55° 48′	55 51
or'	$= (111)(301)$	5	40 59	40 52
oq	$= (111)(032)$	7	39 36	39 37
$r'r'$	$= (301)(30\bar{1})$	4	33 44	33 42
$r'c$	$= (301)(001)$	6	73 8	73 5
rc	$= (101)(001)$	1	47 43	47 45
qq	$= (032)(03\bar{2})$	1	68 18	68 6
qc	$= (032)(001)$	5	55 41	55 43
qb	$= (032)(010)$	12	34 19	34 17
qr'	$= (032)(301)$	4	80 35	80 37

Das entsprechende Aethylplatindoppelsalz krystallisirt nur schwierig in kleinen gelben, wahrscheinlich tetragonalen Pyramiden ($a : c = 1 : 1,1757$; $(111)(1\bar{1}1) = 74^0\ 35'$), die nicht analysirt wurden.

4. Zinndipropylchlorid $Sn(C_3H_7)_2Cl_2$.

Gefunden 25,72 Cl, berechnet 25,85.

Mittelst metallischen Zinns und Propyljodid (Siedepunkt 101°) bei 150° dargestellt; aus dem erhaltenen Jodide wurde mittelst Ammoniak das Oxyd gefällt, und daraus das Chlorid dargestellt. Die Krystalle sind im kalten Wasser schwer, im siedenden leichter löslich; sie sind in Alkohol, Aether und Chloroform leicht löslich.

Rhombisch, $a : b : c = 0,6943 : 1 : 1,3397$.

c	o	o'	q	r	r'
oP	$2P$	$3P$	$2P\breve{\infty}$	$P\bar{\infty}$	$2P\bar{\infty}$
001	221	331	021	101	201

Sehr vollkommen spaltbar nach $c(001)$.

Die Krystalle, die man aus alkoholischer Lösung erhält, sind theils spitze Pyramiden, auch mit Basis (Fig. 6), mit krummen und stark quergestreiften Flächen. Aus ätherischem Chloroform oder Schwefelkohlenstoff erhält man bessere, bis centimeterlange Krystalle, Fig. 7; diese sind tafelförmig nach $c(001)$ oder prismatisch nach $q(021)$; die genannten Flächen sind eben und gut spiegelnd, während die Flächen der Pyramide immer gestreift, gekrümmt oder hohl sind. Die Makrodomen treten sehr selten auf; die Flächen spiegeln aber recht gut.

Fig. 6.

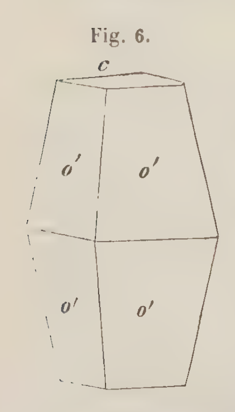
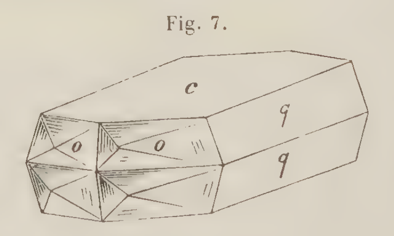


Fig. 7.



Die Messungen sind an 12 Krystallen ausgeführt; die Bestimmung der Verticalaxe ist gut, während das Verhältniss der Axen $a : b$ weniger sicher ist.

		n	Berechnet:	Gemessen:
cq	= (001)(021)	11	—	*69° 38′
qq	= (021)(02$\bar{1}$)	6	40° 56′	40 59
cr	= (001)(101)	1	62 37	*63 2
cr'	= (001)(201)	1	75 28	*75 13
co	= (001)(221)	2	77 43	76 36
oo	= (221)(2$\bar{2}$1)	1	67 48	67 circa
$o'o'$	= (331)($\bar{3}$31)	2	108 50	109 0

Das Zinndipropylchlorid ist somit nicht mit den entsprechenden Methyl- und Aethylverbindungen isomorph. Seine Form könnte man vielleicht mit dem des Quecksilberbromides vergleichen. Die spitzen quergestreiften und nach der Basis vollkommen spaltbaren Pyramiden sind den Pyramiden des Quecksilberbromides, die ich früher beschrieben habe*), auffallend ähnlich; doch ist die Ebene der optischen Axen senkrecht auf der Basis, während die optischen Axen beim $HgBr_2$ in der Basis liegen.

Man könnte vielleicht so zusammenstellen:

$$HgCl_2 \quad a:b:c = 0,7254 : 1 : 1,0688$$
$$HgBr_2 \quad = 0,6817 : 1 : 1,0183$$
$$Sn(C_3H_7)_2Cl_2 \quad = 0,6943 : 1 : \tfrac{4}{3}(1,0047).$$

5. Ameisensaures Zinndimethyl $Sn(CH_3)_2(CHO_2)_2$.

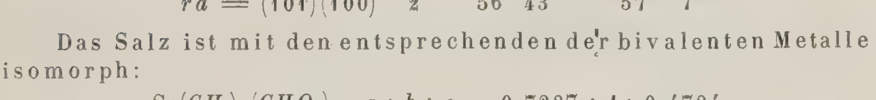
Rhombisch, $a:b:c = 0,7287 : 1 : 0,4784$.

o	a	b	r
P	$\infty P\bar{\infty}$	$\infty P\breve{\infty}$	$P\bar{\infty}$
111	100	010	101

Fig 8.

Die Krystalle (Fig. 8), die aus der wässerigen Lösung sehr schön anschiessen, sind meist tafelförmig nach $b(010)$, nach welcher Fläche sie auch sehr vollkommen spaltbar sind.

		n	Berechnet:	Gemessen:
oo	= (111)(1$\bar{1}$1)	2	43° 36′	43° 39′
ob	= (111)(010)	6	—	*68 12
or	= (111)(101)	8	21 48	21 50
oo	= (111)($\bar{1}$11)	3	—	*61 17
oa	= (111)(100)	3	59 22	59 59
rr	= (101)($\bar{1}$01)	2	66 34	66 44
ra	= (101)(100)	2	56 43	57 7



Das Salz ist mit den entsprechenden der bivalenten Metalle isomorph:

$$Sn(CH_3)_2(CHO_2)_2, \quad a:b:c = 0,7287 : 1 : 0,4784$$
$$Ca(CHO_2)_2 \quad = 0,7599 : 1 : 0,4671$$
$$Ba(CHO_2)_2 \quad = 0,7650 : 1 : (0,4319).2$$
$$Pb(CHO_2)_2 \quad = 0,7417 : 1 : (0,4219).2$$

6. Schwefelsaures Zinndimethyl $Sn(CH_3)_2SO_4$.

Monoklin, $a:b:c = 1,3210 : 1 : 1,6518$;
$\beta = 83^0\ 54'$.

*) Diese Zeitschr. **3**, 302.

c	a	p	r	o	ω
oP	$\infty P \bar{\infty}$	∞P	$+ P\infty$	$+ 2P2$	$-\frac{2}{3}P2$
001	100	110	$\bar{1}01$	$\bar{1}21$	123

Dieses schöne, sehr leicht krystallisirende Salz (Fig. 9 und 10), bildet gern Tafeln, gebildet von der Basis mit dem Prisma und dem Hemidoma. Die Hemi-

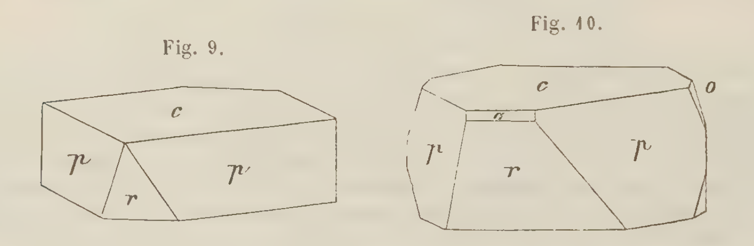


Fig. 9. Fig. 10.

pyramiden treten häufig, aber immer untergeordnet auf, während das Flächenpaar $a(100)$ nur selten wahrgenommen wird.

		n	Berechnet:	Gemessen:
cr	$= (001)(10\bar{1})$	5	$124^0\ 53\frac{1}{2}'$	* $124^0\ 37'$
cr	$= (001)(\bar{1}01)$	4	55 $6\frac{1}{2}$	* 54 50
ca	$= (001)(100)$	1	83 54	83 59
pp	$= (110)(\bar{1}10)$	4	—	*74 34
pa	$= (110)(100)$	1	52 43	52 49
pc	$= (110)(001)$	5	86 $18\frac{1}{2}$	* 86 14
pc	$= (\bar{1}10)(001)$	3	93 $41\frac{1}{2}$	* 93 37
pr	$= (110)(10\bar{1})$	6	62 48	63 1
po	$= (110)(12\bar{1})$	5	24 10	23 43
po	$= (\bar{1}10)(12\bar{1})$	2	57 56	58 11
oo	$= (12\bar{1})(\bar{1}21)$	1	49 32	50 circa
oc	$= (\bar{1}21)(001)$	1	76 8	76 2
or	$= (12\bar{1})(10\bar{1})$	1	65 15	65 0
$o\omega$	$= (\bar{1}21)(123)$	1	45 22	45 19
ωc	$= (123)(001)$	1	48 16	48 4
ωp	$= (123)(110)$	1	40 47	40 52
ωp	$= (123)(\bar{1}10)$	1	69 12	69 10

Die entsprechenden Salze der bivalenten Metalle krystallisiren rhombisch und können somit nicht als mit dem schwefelsauren Zinndimethyl isomorph betrachtet werden. Man findet jedoch in der Länge der Axen eine auffallende Uebereinstimmung:

$$Sn(CH_3)_2SO_4,\ a:b:c = 1,3210 : 1 : 1,6518$$
$$BaSO_4 = 1,3127 : 1 : \tfrac{1}{2}(1,6352)$$
$$PbSO_4 = 1,2915 : 1 : \tfrac{1}{2}(1,5728)$$

7. Schwefelsaures Zinntriäthyl $[Sn(C_2H_5)_3]_2SO_4$ ist dimorph.

A. Die gewöhnliche und stabile Form krystallisirt hexagonal; $a:c = 1:1,2656$.

p	o	o'
∞P	P	$2P$
$01\bar{1}0$	$01\bar{1}1$	$02\bar{2}1$

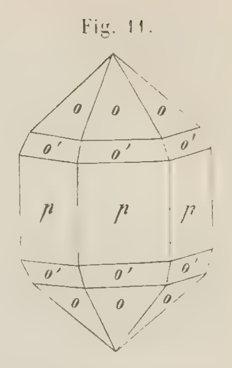


Fig. 11.

Das Salz bildet schöne, 8—10 mm lange, doch zur Messung nicht sehr gut geeignete, dünne Prismen mit Pyramidenflächen an beiden Enden.

		n	Berechnet:	Gemessen:
op	$= (01\bar{1}1)(01\bar{1}0)$	3	—	*34° 23′
$o'p$	$= (02\bar{2}1)(01\bar{1}0)$	2	18° 55′	19 16
oo'	$= (01\bar{1}1)(02\bar{2}1)$	2	15 28	15 38
oo	$= (01\bar{1}1)(10\bar{1}1)$	1	48 44	48 27
pp	$= (01\bar{1}0)(10\bar{1}0)$	3	60 0	60 5

Einaxig, Doppelbrechung positiv.

B. Die labile Form, die ich einmal aus alkoholischer Lösung erhalten habe, von der ich aber nicht weiter angeben kann, unter welchen Umständen sie sich bildet, ist regulär. Die Oktaëder waren in der Flüssigkeit sehr glänzend, wurden aber schnell, als sie an die Luft kamen, rissig, matt und undurchsichtig; sie zerfallen zuletzt in ein weisses Pulver.

8. Selensaures Zinntriäthyl $[Sn(C_2H_5)_3]_2SeO_4$.

Gefunden 13,61 % *Se*, berechnet 14,36.

Reguläre Oktaëder, wie das schwefelsaure Salz B. Luftbeständige, glänzende, in Alkohol und Wasser lösliche Krystalle.

9. Schwefelsaures Zinntrimethyl $[Sn(CH_3)_3]_2SO_4$.

Rhombisch; $a : b : c = 0,8863 : 1 : 0,8499$.

o	c	b	a	p	r
P	oP	$\infty P\breve{\infty}$	$\infty P\bar{\infty}$	∞P	$\frac{1}{2}P\bar{\infty}$
111	001	010	100	110	201

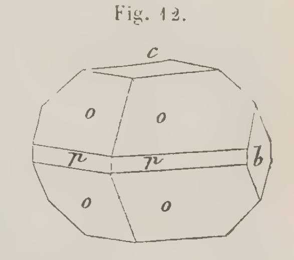


Fig. 12.

Schönes, leichtkrystallisirendes, zur Messung gut geeignetes Salz. Die Pyramide herrscht gewöhnlich vor; doch findet man auch Tafeln nach der Basis. Die Krystalle sind oft unregelmässig und nach der Kante (111)(110) stark verlängert.

		n	Berechnet:	Gemessen:
pp	$= (110)(1\bar{1}0)$	1	83° 6′	82° 56′
pb	$= (110)(010)$	3	48 27	48 28
pa	$= (110)(100)$	1	41 33	41 28
co	$= (001)(111)$	14	—	*52 2
op	$= (111)(110)$	9	37 58	37 54
oo	$= (111)(11\bar{1})$	5	75 54	76 4
oo	$= (111)(1\bar{1}1)$	4	63 4	63 2
ob	$= (111)(010)$	8	—	*58 28
oo	$= (111)(\bar{1}11)$	1	72 18	72 28
oa	$= (111)(100)$	1	53 51	53 51
cr	$= (001)(201)$	4	25 37	25 32

Die Sulfate der univalenten Zinnradikale sind den Sulfaten der Alkalimetalle ähnlich.

Das hexagonale Sulfat von Zinntriäthyl kann mit den rhombischen Sulfaten von Kalium und Thallium, deren Form sich der hexagonalen Symmetrie nähert, verglichen werden:

$$[Sn(C_2H_5)_3]_2SO_4,\ a : a\sqrt{3} : c = 0,5773 : 1 : 0,7307$$
$$K_2SO_4\ \ a : b : c = 0,5727 : 1 : 0,7464$$
$$Tl_2SO_4\ \ = 0,5524 : 1 : 0,7365$$

Das Sulfat von Zinntrimethyl ist nicht mit der Aethylverbindung isomorph; beide sind verschieden, wie die Form des Kaliumsulfates von der des Natriumsulfates verschieden ist. Das Zinntrimethylsulfat lässt sich in der That mit Natrium- und Silbersulfat vergleichen:

$$[Sn(CH_3)_3]_2SO_4,\ a : b : c = 2(0,4432) : 1 : 0,8499$$
$$Ag_2SO_4\ \ = 0,4614 : 1 : 0,8077$$
$$Na_2SO_4\ \ = 0,4734 : 1 : 0,8005.$$

2. E. Schumacher (in Breslau): **Mineralvorkommen aus der Gegend von Strehlen in Schlesien** (aus: »die Gebirgsgruppe des Rummelsberges bei Strehlen«, — Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1878, S. 427 f.). In der durch die eigenthümlichen, Dattelkernen ähnlichen concretionären Gebilde ausgezeichneten Quarzitvarietät, dem sogenannten »Dattelquarz«, des Krystallberges bei Krummendorf treten Quarzgänge auf, welche reich an Krystallen dieses Minerals sind, von denen die kleineren oft an beiden Enden ausgebildet erscheinen. Dieselben zeigen ausser den gewöhnlichen Flächen auch solche von Trapezoëdern, letztere aber nicht messbar. Basisch geschnittene Platten liessen nach dem Aetzen mit Flusssäure einen ausgezeichneten Schaalenaufbau und im polarisirten Lichte ihre Zusammensetzung aus Rechts- und Linksquarz erkennen. Diese war besonders complicirt bei einer aus der Mitte eines 1,4 cm dicken Krystalls geschnittenen Platte, welche aus einem Kern und aus zwei ihn umgebenden Zonen bestand. Der erstere zeigt im polarisirten Lichte durchweg eine tiefgelbe Farbe und erwies sich als rechtsdrehend, zerfällt aber durch deutliche Grenzen in drei Sectoren, deren jeder ein elliptisch verzogenes Ringsystem mit jedesmal anders gerichteter grosser Axe erkennen lässt, doch so, dass diese Axen verlängert mit einander ein ungefähr gleichseitiges Dreieck bilden würden, dessen Seiten gegen die des Prisma um einen spitzen Winkel gedreht sind. Der Verf. erklärt diese Erscheinung dadurch, dass der mittlere Theil aus drei, gegen die Hauptaxe des ganzen Krystalls gleichartig divergirenden Theilen zusammengesetzt ist, welche dann eine symmetrische Verzerrung des Axenbildes zeigen müssen. Dieser Theil des Krystalls, an dessen Rande noch einige kleine, schaalig zusammengesetzte Sectoren eingelagert sind, wird nun umgeben von einer ziemlich breiten, durch eine scharfe, den Prismenflächen parallel gehende Linie davon getrennten Zone, welche im polarisirten Lichte eine etwas hellere gelbe Farbe zeigt und vielfach feine, den Umrissen parallele Lamellen von anderer Färbung (violett bei gekreuzten Nicols) enthält; die letzteren bestehen aus Linksquarz, da sie Andeutungen der Airy'schen Spiralen hervorbringen, während die Hauptmasse dieser Zone rechtsdrehend ist, wie der Kern. Die äusserste Zone des Krystalls endlich ist ganz aus feinen Lamellen zusammengesetzt, welche stellenweise noch von anderen unter rechten oder spitzen Winkeln durchkreuzt werden, so dass eine Gitterstructur

entsteht; hier sieht man im convergenten Lichte überall das Kreuz nicht drehender Substanzen oder die Airy'schen Spiralen, ein Beweis, dass jene Lamellen abwechselnd rechts- und linksdrehend sind. Zuweilen beobachtet man scheinbar basische Endflächen, welche jedoch durch Hinderung des Wachsthums, verursacht von anderen Krystallen, entstanden sind. Ein Exemplar zeigt diese falschen Endflächen derart treppenförmig absetzend, dass eine pyramidale Endigung, ein sogenannter »Babelquarz«, entsteht, dessen Bildung man sich als Folge des schaaligen Aufbaues zu denken hat, derart, dass ein Krystall den anderen nahe senkrecht berührte und die auf ihm sich absetzenden Schaalen durch das gleichzeitige Wachsthum des anderen zurückzuweichen gezwungen waren.

Sehr reich an Mineralien ist das vom Verfasser beschriebene Kalklager von Geppersdorf. Dasselbe enthält: Graphit, Gyps (secundär), Fluorit, Quarz, Opal und Hyalith, Phlogopit, Talk, Chlorit, Steinmark, Chondrodit, Granat (Combin. $(110)\infty O$, $(112)2O2$, $(123)3O\frac{3}{2}$, selten mit $(100)\infty O\infty$ und dem für Gr. neuen Pyramidenwürfel $(450)\infty O\frac{5}{4}$ *)), Diopsid, zum Theil in Asbest umgewandelt, ferner Tremolit, Pyrrhotin in kleinen Körnern (die Analyse ergab nach Abzug von 0,60% Bergart: 61,13 Fe, 38,87 S; nach der Formel Fe^7S^8 berechnet: 60,49 resp. 39,51), Pyrit, Arsenkies, Psilomelan. Ein Theil des Kalklagers besteht aus einer Wechsellagerung von blaugrauen Kalkschichten mit Lagen von körnigem Plagioklas; dieser ist völlig frisch, schneeweiss und enthält in den reineren Partien höchstens etwas Orthoklas beigemengt. Darauf weist auch die Analyse hin, welche ergab:

		Atomverhältniss:		
SiO^2	57,87			0,9645 = Si
Al^2O^3 (Spur Fe^2O^3)	26,32			0,2565 = Al^2
CaO	9,22	0,1639	0,1869 (CaO + MgO)	0,2894 = $\overset{II}{R}$
MgO	0,92	0,0230		
Na^2O	(5,39)		0,1738	
H^2O	0,28	0,0312		

(Spec. Gewicht 2,792.)

Da nämlich $Na : Ca$ nahe = 1 : 1, so müsste dieser Feldspath, als Mischung von 2 Mol. Anorthit und 1 Mol. Albit, das Verhältniss $Al^2 : Si$ = 1 : 3,33 zeigen, während 1 : 3,7 gefunden wurde, ein Unterschied, welcher wohl auf jenen Gehalt an Orthoklas zurückzuführen ist.

In dem in Quarzit eingelagerten, sehr unreinen Kalke von Deutsch-Tschammendorf kommt Vesuvian in körnigen und stengeligen Massen, selten in ausgebildeten Krystallen vor. Derselbe erwies sich als optisch einaxig ohne Störungen des Interferenzbildes. Die Analyse ergab:

		Atomverhältniss:	
SiO^2	37,80	0,6300	0,6521 = Si
TiO^2	1,77	0,0221	
Al^2O^3	16,28	0,1584	0,1740 = $\overset{III}{R^2}$
Fe^2O^3	1,56	0,0097	
Mn^2O^3	0,94	0,0059	

---

*) Die Kantenwinkel dieser Form sind:

	Beobachtet:	Berechnet:
(450)(540) =	13° 7½′	12° 41′
(405)(045) =	52 9½	52 25½
(405)(401) =	6 33½	6 20½

		Atomverhältniss:	
FeO	3,11	0,0432	
CaO	34,76	0,6207	$0,7244 = \overset{II}{R}$
MgO	2,42	0,0605	
H^2O	2,29	0,1272	$0,2544 = \overset{I}{R}$

Spec. Gewicht 3,392.

Daraus folgt $Si : \overset{III}{R^2} : \overset{II}{R} = 3,60 : 0,96 : 4$ und $\overset{I}{R} : \overset{II}{R} = 1 : 2,85$, in genügender Uebereinstimmung mit den von Rammelsberg aufgestellten Verhältnissen: 3,5 : 1 : 4, resp. 1 : 2,857. Da ein Gehalt an Titaneisen ausgeschlossen und ein solcher an Titanit nach der mikroskopischen Untersuchung nicht, oder wenigstens nicht in entsprechendem Maasse vorhanden ist, so muss die Titansäure als Vertreter der Kieselsäure zur Constitution des Minerals gehörig betrachtet werden.

Ref.: P. Groth.

3. R. B. Hare (in Breslau): **Mineralien aus dem Serpentin von Reichenstein in Schlesien** (aus: »die Serpentinmasse von Reichenstein und die darin vorkommenden Mineralien,« Inaug.-Dissert., Breslau 1879. Im Ausz. Ber. d. d. chem. Ges. 1879, **12,** 1895—1902). Der Verf. untersuchte von den Mineralien, welche in dem bekannten, mit Kalkstein in Glimmerschiefer concordant eingelagerten Serpentin von Reichenstein vorkommen, diejenigen näher, welche als Varietäten des Serpentin eine deutlichere krystallinische Structur zeigen.

1) Chrysotil. Dieser findet sich bekanntlich hier sehr schön seidenglänzend in zahlreichen Schnüren im dichten dunkelgrünen Serpentin. Es wurden die Websky'schen Beobachtungen bestätigt, nach denen die Fasern parallel und senkrecht auslöschen und bei einem Schliff normal zu ihrer Längsrichtung die beiden optischen Axen symmetrisch zeigen (der Verf. fand den Winkel c. 24⁰).

2) Pikrolith. Dieser besteht aus einer gleichartigen structurlosen, im Schliff fast farblosen Grundmasse, welche zwischen gekreuzten Nicols eine schwache Polarisation, wenn auch nur mit ziemlich unbestimmter Auslöschung, zeigt, — und aus sphärolithischen Aggregaten, die im polarisirten Lichte feststehende schwarze Kreuze hervorbringen. In der Randzone der schmalen Gänge, welche das Mineral bildet, ist die ganze Masse krystallinisch fasrig mit starker Polarisation. Das dunkle Kreuz der Sphärolithe setzt sich oft in die Grundmasse fort, als ob dieselbe ebenfalls eine wegen ihrer Feinheit nicht mehr wahrnehmbare fasrige Structur hätte, welche allerdings die schwache Polarisation derselben zu erklären geeignet wäre. Die letztere ist aber auch mit einem amorphen Zustand der Grundmasse vereinbar, wenn man annimmt, dass die Sphärolithe bei ihrer Bildung einen Druck auf jene ausgeübt haben; dafür spricht das Auftreten dunkler Hyperbeln in derselben, welche von einem Sphärolithen ausgehen und sich so verhalten, wie die in gepresstem Glase auftretenden, welche bekanntlich von der Druckstelle ausgehen.

3) Metaxit. Der Verf. fand, wie Websky, die Auslöschung parallel und senkrecht zu der hier unvollkommeneren Flaserung und die Doppelbrechung positiv, senkrecht zu den Fasern dagegen im parallelen Licht feststehende dunkle Kreuze, wie in den sphärolithischen Theilen des Pikrolith. Dass das Mineral den letzteren entspricht, zeigt auch das Zusammenvorkommen mit demselben, indem es in Pikrolith übergeht, der seinerseits wieder Uebergänge in dichten Serpentin zeigt, während der Chrysotil stets in selbstständigen Schnüren auftritt.

Da von Pikrolith bisher keine Analyse veröffentlicht wurde, und die an sogenanntem »Metaxit« angestellten sich auf Chrysotil beziehen, so untersuchte der Verf. alle drei Mineralien chemisch mit folgenden Resultaten:

	Chrysotil:	Pikrolith:	Metaxit:
SiO^2	43,05	44,48	43,87
Al^2O^3	0,86	16,97	23,44
FeO	2,26	3,01	Fe^2O^3 5,37
CaO	1,54	0,61	1,24
MgO	41,29	23,16	15,18
H^2O	11,00	12,01	10,86
	100,00	100,24	99,96

Hiernach betrachtet der Verf. Metaxit und Pikrolith als Stadien der Umwandlung von Feldspath in Serpentin, bei welcher die Al^2O^3 durch MgO ersetzt wurde.

Zu den Mineralien dieser Uebergangsreihe gehört auch eine vom Verf. mit dem Namen Leukotil belegte Substanz, welche, auf dunklem Serpentin aufsitzend, regellos durch einander gewachsene Fasern von starkem silberartigen Seidenglanz und grüner Körperfarbe bildet. Dieselben sind nach zwei zu einander senkrechten, der Längsrichtung parallelen Ebenen und endlich normal gegen letztere spaltbar. In Platten parallel der vollkommensten der beiden ersteren erscheint fast keine Reaction auf das polarisirte Licht, parallel der zweiten dagegen lebhafte Polarisation; schwächer ist dieselbe bei der dritten Spaltungsebene. Nach den Auslöschungsrichtungen ist das Mineral wahrscheinlich rhombisch. Die Analyse ergab:

		Molekularverhältniss:	
SiO^2	28,98	23	4
Al^2O^3	6,99	5,6	1
Fe^2O^3	8,16		
CaO	7,37	42,6	8
MgO	29,78		
Na^2O	1,32		
K^2O	Spur		
H^2O	17,29	45,7	8
	99,89		

Das Mineral löst sich leicht in Salzsäure und Schwefelsäure. Vor dem Löthrohr schmelzen die Fasern kugelig an und werden erst schwach gelb, dann gelblichbraun; die Phosphorsalzperle ist in der Hitze grün, kalt farblos.

Ref.: P. Groth.

Zusatz.

In dem zweiten, nicht publicirten Theile der Arbeit, über welche im Vorhergehenden referirt worden, finden sich von dem inzwischen in seine Heimath Canada zurückgekehrten Verf., H. Rob. B. Hare, bezüglich der übrigen Mineralien des Reichensteiner Serpentinlagers noch folgende Beobachtungen, die Herr v. Lasaulx (unter dessen Leitung der kryst.-min. Theil, während der chem. Theil im pharm. Lab. d. Hrn. Prof. Poleck ausgeführt wurde) nach dem in seinen Händen befindlichen Manuscript auszüglich mitzutheilen die Güte hatte.

Arsenikalkies (Löllingit). Dieser ist das eigentliche Erz im Serpentin, auf dem der Bergbau stattfindet. Es bildet in dem Serpentin grössere, compakte, krystallinische Knollen, oder erscheint eingesprengt in fein leistenförmigen Indi-

viduen. Die kleinen Krystalle, obschon ziemlich glänzend, eignen sich nur schlecht zu genauen goniometrischen Messungen, da die Flächen uneben, stark gewölbt oder auch ganz unregelmässig treppenförmig ausgebildet sind. Nach den Untersuchungen Güttler's*) entsprechen die derben Varietäten der Formel $Fe As_2$, die Krystalle dagegen $Fe_3 As_4$, die letzteren also dem Leukopyrit Zepharovich's. Auch die Schwankungen im spec. Gewicht sind dem Reichensteiner Vorkommen eigenthümlich 6,97—7,41. Das derbe Erz zeigt sich stets innig mit fein vertheiltem Magnetit gemengt. Darauf dürften zum Theil die Schwankungen im spec. Gewicht zurückzuführen sein. Aber auch der schwankende Eisengehalt würde darin seine Erklärung finden. Die Bergart ist ebenfalls immer mit Magnetit imprägnirt. Alle Analysen aber ergeben einen Gehalt an solcher. Es wäre also wohl denkbar, dass eine so geringfügige Differenz von höchstens $2^0/_0$ Fe, worin der Unterschied zwischen Löllingit und Leukopyrit besteht, durch beigemengten Magnetit bewirkt wird. Hiernach glaubt der Verf., für Reichenstein die Existenz zweier verschiedenen Arseneisen in Frage stellen zu müssen und nimmt nur eines von der Form $Fe As_2$, den Löllingit, an.

Arsenopyrit. Auch dieser ist ziemlich verbreitet, sowohl im Serpentin selbst, als auch im begleitenden Kalkstein. An einigen Stellen des Diopsidgesteines tritt er so reichlich auf, dass die die Krystalle einschliessende Matrix fast ganz zurücktritt. Die Krystalle scheinen alle einen ganz bestimmten, sich gleichbleibenden Habitus zu besitzen: es sind Combinationen von Prisma $(110)\infty P$, Makrodoma $(101)\bar{P}\infty$ und von Brachydomen, die durch ihr Vorherrschen ein prismat. Aussehen der Krystalle bedingen. Die Brachydomen sind in den meisten Fällen $(012)\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ und $(014)\frac{1}{4}\breve{P}\infty$. Durch Abrundung gehen beide Flächen in einander über, je nach der Einstellung erhält man Reflexe, die die Winkel 63—34° ergeben. Es misst aber der Winkel für $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$: 62° 8′, für $\frac{1}{4}\breve{P}\infty$: 33° 32′. Zepharovich gab für das Reichensteiner Vorkommen die Flächen $(011)\breve{P}\infty$ und $(014)\frac{1}{4}\breve{P}\infty$ an**), Krystalle dieser Combination hat der Verfasser nicht beobachtet. Selten erscheint die Vertikalkante des Prismas durch $(100)\infty\bar{P}\infty$ schwach abgestumpft. Zur Messung des Winkels des Prismas diente ein Kryställchen mit ausgezeichnet ebenen und ziemlich glänzenden Flächen. Als Mittel aus mehreren, nur um Secunden abweichenden Messungen ergab sich: 68° 31′ 30″.

Dass in der Auffassung der Krystalle des Arsenopyrit schon früher Verwechselungen vorgekommen sind, hat schon Zepharovich unzweifelhaft nachgewiesen***). Ob auch eine solche bei den Angaben A. Arzruni's†) vorliegt, wagt Verfasser nicht zu entscheiden. Arzruni giebt an, dass die von ihm zu seinen Messungen verwandten Krystalle nach der Verticalaxe langgezogen erscheinen. Verfasser hat einen solchen Habitus nie beobachtet. Hätte Arzruni nicht ausdrücklich für die Flächen $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ den Winkel von 61° 43′ gemessen, so wäre Verfasser geneigt, anzunehmen, Arzruni habe das Brachydoma $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ als verticales Prisma angesehen††). Denn er sagt: »Die Prismenflächen

*) Ueber die Formel des Arsenikalkieses zu Reichenstein und dessen Goldgehalt. Inaug.-Diss. Breslau, Juli 1870.

**) Lotos, Prag 1867, Juliheft.

***) Sitzber. Wien. Akad. **56**, 43.

†) Diese Zeitschr. **2**, 440 (durch Druckfehler steht an dieser Stelle 340).

††) Anmerk. der Red. Die genügende Uebereinstimmung der von Arzruni beobachteten und berechneten Winkel beweist, dass von einer Verwechselung hier nicht die Rede sein kann. Es folgt aus den Angaben des Verfassers also nur, dass er anders ausgebildete Krystalle vor sich gehabt hat, als Arzruni, welcher die eines älteren Vorkommens untersuchte. P. G.

zeichnen sich durch Rundung aus, während die Makrodomenflächen treppenförmig absetzen, indem sie mit den Prismenflächen alterniren.« Nach den dem Verf. vorliegenden Krystallen kann diese Beschreibung nur auf Brachydoma und Makrodoma passen. Der von Arzruni angegebene Winkel des Prismas ist 1^0 grösser als des Verfassers Messung und als die früheren Messungen von Breithaupt und Zepharovich (68^0 48′). Auch zwischen dem für Löllingit gehaltenen verticalen Prisma und dem Brachydoma des Arsenopyrit sind früher gewiss Verwechselungen vorgekommen. Eine Anzahl Messungen an den Krystallen des Arsenopyrit, die Verfasser auch anfangs für Löllingit gehalten, ergab für den Winkel der säulenförmig ausgedehnten abgerundeten Brachydomenflächen Mittelwerthe von nahezu 58^0. Es liegt daher der Gedanke nahe, dass die auf diesen Prismenwinkel führenden Messungen früherer Beobachter nicht an Löllingit, sondern an Arsenopyrit angestellt seien. Das von Schrauf für den Löllingit von Mont Challanches gemessene Prisma von 66^0 20′ könnte dann immerhin auch das des Reichensteiner Löllingites sein. Das frühere Prisma würde dann wohl als ein Brachydoma anzusehen sein und zwar als $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$.

Magnetit. In derben, ziemlich ausgedehnten Nestern im Serpentin. Krystalle sind darin nicht selten, aber gewöhnlich klein und undeutlich. So ausgezeichnete Oktaëder und Dodekaëder, wie Fiedler*) angiebt, werden jetzt wenigstens nicht mehr gefunden. Der Magnetit ist eine Neubildung, gleichaltrig mit dem Serpentin: dieser, Kalkspath und Magnetit wechseln oft in wiederholten feinen Lagen mit einander ab. Die auffallende schwarze Farbe gerade des an Arsenerzen reichen Serpentins wird durch beigemengten Magnetit bedingt und hat mit der Anwesenheit des Kalkspathes nichts zu thun, wie es Güttler u. A. annehmen.

Hämatit. Dieser findet sich nur in Association mit Kalkspath. Es kommen hier Drusen mit prächtigen Krystallen vor. Jedoch sind dieselben jetzt weit seltener, da die heutigen Baue weniger in den Kalkstein eindringen. Obgleich die Zahl der an den Krystallen beobachteten Flächen nicht sehr gross ist, zeigen die Krystalle ziemlich verschiedene Formen. Es lassen sich drei Typen unterscheiden: 1) prismatischer Typus: $\infty P2(11\bar{2}0)$, $oP(0001)$, seltener auch $\frac{4}{3}P2(22\bar{4}3)$ und $R(10\bar{1}1)$. 2) pyramidaler Typus, der flächenreichste: $\frac{4}{3}P2(22\bar{4}3)$, $R(10\bar{1}1)$, $-\frac{1}{2}R(01\bar{1}2)$, $-\frac{1}{5}(\frac{1}{4}?)R(01\bar{1}5)$ oder $(01\bar{1}4)$, $-\frac{1}{8}R(01\bar{1}8)$, $oR(0001)$, $R3(3\bar{2}\bar{1}1)$, $\frac{1}{4}R3(21\bar{3}4)$ — und 3) rhomboëdrischer Typus: R, $-\frac{1}{2}R$. Beim prismatischen Typus sind die Flächen von $\infty P2$ oft nur als sogenannte componirte Flächen durch oscillatorisches Uebereinanderschieben vieler Pyramidenflächen gebildet, erscheinen dann matt und horizontal gestreift. Gerade das Reichensteiner Vorkommen zeigt in diesem Bau die Formverwandtschaft mit Korund. Beim prismatischen Typus tritt $\frac{4}{3}P2$ immer sehr zurück, aber seine Flächen sind lebhaft glänzend. Nicht gerade häufig liegt auf der Combinationskante von $-\frac{1}{2}R$ und oR noch ein stumpferes Rhomboëder. Die Messung eines solchen ergab für den Winkel mit $-\frac{1}{2}R = 18^0\,57'\,25''$, mit $oR = 17^0\,24'$ oder $72^0\,36'$ zur Hauptaxe. Hieraus berechnet sich der Endkantenwinkel zu $30^0\,1'\,6''$ und darnach wäre die Form $= -\frac{1}{5}R$, dessen berechneter Endkantenwinkel $= 30^0\,3'\,43''$. Ein ganz ausgezeichneter Krystall des pyramidalen Typus findet sich auf Kalkspath aufsitzend im miner. Museum der Universität. Er zeigt die Flächen $\infty P2 . \frac{4}{3}P2 . R$, $-\frac{1}{2}R$, $-\frac{1}{5}R$. Ein anderer Krystall zeigt auch ein Skalenoëder, dessen Fläche mit der kurzen Diagonale von $-\frac{1}{2}R$ parallele Kanten bildet. Aus dem Zonen-

---

*) Mineralien Schlesiens.

verbande ergiebt sich $\frac{1}{4}R3$. Bei Groth*) ist ein Krystall derselben Combination beschrieben, an dem dasselbe Skalenoëder durch Messung bestimmt wurde, da an diesem die Skalenoëderflächen nicht mit $-\frac{1}{2}R$ zum Durchschnitt kommen.

Pyrrhotit. Ausser in dem erzreichen schwarzen Serpentin, auch in einem mit Quarz durchzogenen Kalkstein. Einzelne grössere compacte Massen, meist nur kleine, eingesprengte Körner.

Chalkopyrit. Eingesprengt mit Bleiglanz und Pyrit im Kalkspath, aber auch in einem lockeren, kalkreichen Serpentin mit Löllingit und Magnetit. In kleinen Höhlungen dieses Gemenges oft zierliche tetraëdrische Krystalle $\frac{P}{2}\varkappa(111)$, $-\frac{P}{2}\varkappa(1\bar{1}1)$ oder auch $2P\infty(201)$. Auch Zwillinge nach dem ersten Gesetze $Z.E = P(111)$. Die beiden Individuen so neben einander gewachsen, dass sie äusserlich durch eine gemeinsame Fläche von P begrenzt werden, die Verwachsungsebene ist eine zur Zwillingsebene normale.

Pyrit. In kleinen undeutlichen Krystallen im Serpentin und Kalkstein.

Sphalerit. Schöne stark glänzende, hell colophoniumbraune Krystalle in Quarzadern im Kalkstein. Die Färbung zum Theil zonenweise verschieden, so dass ein dunkler Kern von einem helleren Rande umschlossen wird. Die Formen entweder herrschendes Dodekaëder oder auch Tetraëder $\frac{O}{2}(111)$, $-\frac{O}{2}(1\bar{1}1)$, die letzteren zum Theil ausgezeichnete Zwillinge nach dem Spinellgesetze, polysynthetische Zwillinge mit parallelen und geneigten Zwillingsebenen.

Galenit. Dieser erscheint immer mit dem Sphalerit innig verwachsen, ziemlich häufig in kleinen, krystallinischen Parthien. Interessant ist das Vorkommen eines feinfasrigen, stenglichen Galenits mit eben solchem Sphalerit. Im Serpentin setzen Schnüre von fasrigem Calcit auf, zwischen diesen werden Sphalerit und Galenit ebenfalls veranlasst, eine feinfasrige Structur anzunehmen. Der Contrast in der Färbung und dem Glanze der drei Mineralien macht diese Parthien recht auffallend.

Antimonit. Glocker führt denselben auch von Reichenstein an**). Wenn richtig, jedenfalls ein sehr altes Vorkommen; jetzt in Reichenstein ganz unbekannt; auch die hiesige Universitätssammlung besitzt davon nichts.

Quarz. Unter den sehr verbreiteten Quarzkrystallen sind ganz besonders interessant die mehrfach beschriebenen, die in einer gesetzmässigen Verwachsung mit Calcit erscheinen. Die Saalbänder der den Serpentin durchschwärmenden Quarzadern werden von einer dünnen Rinde kleiner stark glänzender Quarzkrystalle gebildet. Auf diesen sitzen vereinzelt oder auch zu Gruppen vereinigt Calcitkrystalle, entweder die Form $-\frac{1}{2}R(01\bar{1}2)$ selbstständig oder auch in Combination mit $-16R(0.16.\bar{16}.1)$. Auf diesen Krystallen von Calcit oder auch anscheinend unmittelbar auf der älteren Quarzrinde ruhend finden sich Quarze jüngerer Bildung, an einer schwach röthlichen oder amethystähnlichen bläulichen Färbung sofort erkennbar. An diesen zeigt sich die genannte regelmässige Verwachsung mit Calcit. Bekanntlich beschrieb G. Rose diese Quarze zuerst als Zwillinge, bis dann Eck auch für dieses Vorkommen, wie schon für das Freiberger Vorkommen gleicher Art lange vorher Breithaupt, die richtige Deutung als eine gesetzmässige Verwachsung gab. Ueber die Priorität von Breit-

*) Mineraliensammlung der Universität Strassburg, Strassburg 1878.
) Nova acta Leop. Akad. **24, 1.

haupt[*]) und Eck[**]) kann kein Zweifel sein, auch gaben die Darstellungen der beiden Forscher die obwaltenden Verhältnisse richtig wieder. Durch vom Rath und Frenzel fand dann das dem Reichensteiner ganz ähnliche Schneeberger Vorkommen eine erneuerte, eingehende Schilderung. Diese interessanten Krystallgruppen sind in Reichenstein keineswegs so überaus selten. Verfasser fand bei mehrfachem Besuche der Grube »Reicher Trost« eine grössere Zahl. Bei wenigstens 90 % derselben war der Kalkspathkern vollständig umschlossen, so dass unter der Quarzhülle keine Spur desselben mehr sichtbar war. Löst man aber eine der durch die bläuliche Färbung gekennzeichneten Quarzgruppen ab, so zeigt sich immer die sechsseitige Form eines basischen Schnittes von Calcit mit der deutlichen Spaltbarkeit.

Im Allgemeinen passen alle Verhältnisse, wie sie für das Schneeberger Vorkommen so trefflich durch vom Rath beschrieben werden, auch auf das Reichensteiner. Meist treten zu den drei inneren alle drei äusseren Individuen hier hinzu. In einigen der Reichensteiner Gruppen sind die drei inneren Individuen sehr ungleich gross und nur theilweise mit einander verwachsen, so dass an jedem einzelnen fast alle Flächen sichtbar bleiben. Dann erkennt man, dass die Flächen der Quarzrhomboëder, die auf $-\frac{1}{2}R$ des Calcites liegen, die diesen parallelen und die entsprechenden Prismenflächen sich ausdehnen und sehr breit werden. Ganz so zeigen auch die nach Aussen gewendeten Quarzindividuen eine fast tafelförmige Ausbildung nach den Prismenflächen, die in der Zone der Verwachsungsebene liegen. Auch bei wirklichen Quarzzwillingen ist in der Regel eine tafelförmige Ausbildung der beiden verwachsenen Individuen zu beobachten, aber die tafelförmige Streckung erfolgt nach einer zu der Zwillingsebene normalen Prismenfläche. Und darin prägt sich dann eine wesentliche Verschiedenheit dieser Zwillinge mit den regelmässig auf Calcit aufgewachsenen Gruppen aus.

Calcit. Sehr verbreitet im ganzen Glimmerschiefergebiet von Reichenstein. Die schönsten Krystalle finden sich in Drusen des Serpentins auf der Grube Reicher Trost. Die bisher beobachteten Formen und Combinationen sind: 1) $-\frac{1}{2}R(01\bar{1}2)$ selbständig, eine der verbreitetsten Formen. Jedoch ist die Art des Vorkommens bemerkenswerth. Es scheint immer eine jüngere Bildung auf älteren Calcitkrystallen von der Combination $-\frac{1}{2}R(01\bar{1}2)$, $-16R(0.16.\bar{16}.1)$ zu sein. Der älteste Calcit auf Adern und in Drusen zeigt immer diese letztere Combination. 2) $-\frac{1}{2}R$, $-16R$. Das spitze Rhomboëder wurde durch Messung bestimmt. Der Winkel der Combinationskante mit $-\frac{1}{2}R$ wurde zu $60^0\ 17'\ 20''$ gefunden, der Winkel zur Basis $= 86^0\ 32'\ 20''$, die Neigung zur Hauptaxe hiernach $= 3^0\ 27'\ 40''$. Daraus berechnet sich der Endkantenwinkel zu $119^0\ 38'\ 20''$ und das Rhomboëder ergiebt sich als $-16R$. Zippe in seiner Uebersicht der Krystallgestalten des Kalkhaloides giebt für dieselbe Form den Endkantenwinkel zu $119^0\ 40'$ an. Die Combination wurde bisher gewöhnlich für $-\frac{1}{2}R$ und Hauy's Dilaté ($-14R$) gehalten, so auch von Eck[***]), der den Endkantenwinkel auf $119^0\ 29'$ angiebt.

Von dieser Combination kommen ausgezeichnete Zwillingsverwachsungen vor. Zunächst solche von der gewöhnlichen Form: $Z.E = R(10\bar{1}1)$, die beiden

---

*) Breithaupt bespricht diese Erscheinung an vielen Orten zuerst: Handbuch 1836, **1**, S. 309, dann Naturforschervers. 1837, Handbuch 1847, **3**, S. 673; Paragenesis 1849, S. 228 und Berg- und Hüttenm. Zeitschr. 1861, S. 154 in der Abhandlung: Regelmäss. Verwachs. zweierlei Mineral. wodurch Aehnlichkeit mit Pseudomorphos. entsteht.

) Eck, Z. d. d. geol. Ges. 1866, **18, S. 426.

***) l. c.

Individuen sind vollkommen normal entwickelt, die Hauptaxen bilden einen Winkel von 89⁰ 8′. Die Krystalle haben eine bläulichweisse, milchähnliche Farbe und sind oft bis zu $^1/_2$ Zoll gross. Sehr eigenthümlich aber sind andere Zwillinge derselben Combination und nach demselben Gesetze gebildet. Die verwachsenen Individuen sind meist sehr klein, undurchsichtig und von einer gelblichen Hülle umgeben, sie sitzen auf grösseren Krystallen der gleichen Combination $-\frac{1}{2}R$, $-16R$, auf, sind also eine spätere Bildung als diese. Die beiden zu einem Zwilling verwachsenen Individuen zeigen eine Verzerrung, die, wenn auch die Combination eine andere ist, doch auffallend an die bekannten herzförmigen Zwillinge von Derbyshire erinnert. Hier wie dort sind die längs der Zwillingsgrenze an einander tretenden Flächen der beiden Individuen parallel der Zwillingsgrenze ausgedehnt und vorherrschend entwickelt auf Kosten der von der Zwillingsgrenze abgewendeten Flächen. Daher erscheint die eine Fläche von $-\frac{1}{2}R$ an der Zwillingsgrenze sehr gross, die beiden anderen nur klein. Meist sind die beiden Individuen durch einen aus zwei aneinanderstossenden Flächen von $-16R$ gebildeten einspringenden Winkel von 96⁰ 9′ 20″ getrennt (Fig. 1). Oft kommen aber auch die Rhomboëderflächen unmittelbar zum Durchschnitt und bilden dann einen ausspringenden Winkel von 36⁰ 44′. Eine feine Linie markirt dann die Zwillingsgrenze. Die beiden Individuen sind sehr oft von ungleicher Grösse, das kleinere erscheint dann in schiefer Stellung auf einer Fläche $-16R$ des grösseren aufgewachsen. Oft erscheint das eine Individuum gegen das andere in der Zwillingsgrenze verschoben, so dass nur die eine Hälfte beider sich noch längs der Zwillingsgrenze deckt. Es kommt dann auch wohl die Fläche $-16R$ des einen unmittelbar mit der gross entwickelten Fläche des anderen zum Durchschnitt und bildet dann mit dieser einen Winkel von 34⁰ 42′ 40″. In einer geraden Projection auf eine zur Zwillingsebene normale Fläche tritt die herzförmige Gestalt dieser Zwillinge besonders hervor (Fig. 2).

Fig. 1.

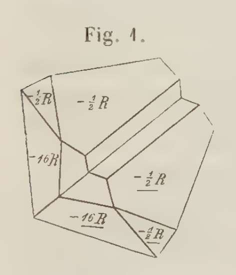
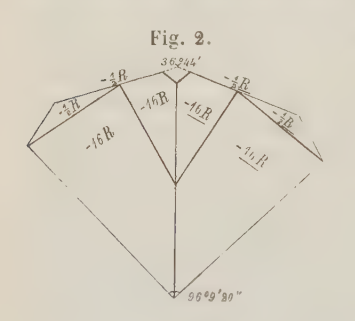


Fig. 2.



3) $4R(40\bar{4}1)$. Dieses Rhomboëder kommt selbstständig oder in Combination mit einem Skalenoëder vor, welches in der Endkantenzone desselben liegt, aber nicht bestimmbar war.

4) $R3(3\bar{1}\bar{2}1)$. Dieses nur selbstständig vorkommende Skalenoëder wird, wie auch $4R$, oft von einer Hülle von Quarzkrystallen bedeckt, die sich vollkommen abheben lässt und dann im Inneren die hohle Form des Calcites zeigt.

5) $\infty R(10\bar{1}0)$, $oR(0001)$ und $-\frac{1}{2}R(01\bar{1}2)$ ist selten. In Combination mit $-\frac{1}{2}R$ fand sich ersteres in einem alten Schacht der Grube Reicher Trost.

4. Forster Heddle (in St. Andrews): **Chemische Untersuchung der schottischen Granate** (Chapters on the Mineralogy of Scotland, Ch. III*), Garnets. — Trans. of the Roy. Soc. of Edinburgh 1878, **28**, 299—319). So zahlreich auch die Fundorte von Granat in Schottland sind, so liefern doch nur wenige geeig-

*) Ch. II, Feldspars, s. d. Zeitschr. **2**, 644 f.

netes Analysenmaterial. Die Ursache hiervon ist die Häufigkeit einer innigen Beimengung von Quarz. Durch intermittirende Krystallisation getrennt ist der letztere nur an wenigen Fundorten: bei Glen Skiag in Ross finden sich Ikositetraëder, bestehend aus einem Kern von Granat, der umgeben ist von abwechselnden Schichten, parallel den äusseren Krystallumrissen, von Quarz und Granat; in zwei Granitgängen im Osten von Portsoy ist der blassbraune Granat im äusseren Saum in schriftgranitartiger Weise durchspickt mit Quarz.

Kalkthongranat $Ca^3 Al^2 Si^3 O^{12}$.

Den seltenen farblosen Granat fand der Verf. in geringer Menge in einem der alten Kalkbrüche von Craig Mohr, gegenüber Balmoral. Es waren kleine, völlig farblose, mit Grossular zusammen vorkommende Dodekaëder, welche keine Spur von *Fe* enthielten.

Kalkthoneisengranat (Grossular) $Ca^3(Al, Fe)^2 Si^3 O^{12}$.

1) Mit dem vorigen zusammen in Kalk, neben Idokras und selten Epidot, bildet trübe, blass gelbgrüne Krusten, aus Dodekaëdern bestehend oder derb, auch in isolirten Krystallen. Spec. Gewicht 3,545.

$Si O^2$	39,83
$Al^2 O^3$	9,74
$Fe^2 O^3$	15,07
$Fe O$	0,11
$Mn O$	0,35
$Ca O$	33,56
$Mg O$	1,01
$H^2 O$	0,05
	99,72

Bei diesem, wie bei allen untersuchten Granaten, könnte eine geringe Verunreinigung durch $Si O^2$ aus dem Achatmörser vorhanden sein.

Grossular findet sich ausserdem sehr selten zu Crathie, Deeside.

Kalkeisenthongranat (Caneelstein) $(Ca, Fe)^3 Al^2 Si^3 O^{12}$.

2) In grosser Menge in dem Kalkbruche von Dalnabo, Glen Gairn, mit sehr schöner Farbe, aber rissig, daher zum Schleifen nicht geeignet. Mehr braun gefärbt kommt er vor in den Brüchen von Leach Ghorm, Crathie, Boultshoch u. a. O. Zu Dalnabo, wo er mit viel Idokras verbunden ist, findet er sich in den inneren und reineren Theilen des Kalklagers; chemische Zusammensetzung:

$Si O^2$	39,27
$Al^2 O^3$	21,98
$Fe^2 O^3$	1,49
$Fe O$	3,93
$Mn O$	0,33
$Ca O$	31,88
$Mg O$	0,60
$Na^2 O$	Spur
$H^2 O$	0,18
	99,66

Magnesiaeisenthongranat (Pyrop) $(Mg, Fe, Ca)^3 Al^2 Si^3 O^{12}$.

3) In Basalt bei Elie in Fife, mit Nigrin, Saponit und Sanidin, ferner zu Ruddock Point bei Kincraig. Analysirt wurde der tief gefärbte von Elie Ness (aus Basalttuff); spec. Gewicht 4,124.

$Si O^2$	40,92
$Al^2 O^3$	22,45
$Fe^2 O^3$	5,46
$Fe O$	8,11
$Mn O$	0,46
$Ca O$	5,04
$Mg O$	17,85
$H^2 O$	0,10
	100,39

Eisenthongranat (Gemeiner Gr.) $Fe^3 Al^2 Si^3 O^{12}$.

4) Massenhaft im Glimmergneiss von Burra Voe, Yell, Shetland; schön roth gefärbt, meist rissig, enthält vielleicht etwas Quarz. Die Analyse ist bereits diese Zeitschr. **3**, 336 mitgetheilt.

5) Aus dem Glimmerschiefer von Ben Bhrackie und Killiecrankie; am letzteren Orte braunroth, feinkörnig und häufig mit Quarz gemengt, von dem er sehr schwer ganz zu trennen ist; spec. Gewicht 3,688.

$Si O^2$	37,59
$Al^2 O^3$	13,66
$Fe^2 O^3$	3,66
$Fe O$	32,31
$Mn O$	4,47
$Ca O$	4,12
$Mg O$	3,46
$H^2 O$	0,32
	99,59

6) Ebenfalls aus Glimmerschiefer, vom Meall Luaidh, NW von Ben Lawers, Perthshire; lose erbsengrosse Krystalle von dunkelrothbrauner Farbe.

$Si O^2$	37,66
$Al^2 O^3$	14,80
$Fe^2 O^3$	4,56
$Fe O$	32,97
$Mn O$	2,37
$Ca O$	5,89
$Mg O$	1,81
	100,06

7) Gestreifte Dodekaëder von Portweinfarbe und dem spec. Gewicht 4,116, aus einem glimmerreichen dioritartigen Gestein, welches von Knock Hill in Banffshire stammen soll.

SiO^2	37,11
Al^2O^3	14,90
Fe^2O^3	10,12
FeO	32,41
MnO	1,21
CaO	2,17
MgO	2,93
	100,85

Eisenthoneisengranat (Almandin) $Fe^3(Al, Fe)^2Si^3O^{12}$.

8) Aus Glimmergneiss, zwischen den Mündungen der Gewässer Navir und Borgie in Sutherland; braunroth, findet sich mit Haughtonit, Ilmenit, Chlorit und Rutil.

SiO^2	39,92
Al^2O^3	19,81
Fe^2O^3	13,69
FeO	13,29
MnO	1,00
CaO	9,13
MgO	3,31
	100,15

Eisenmanganthoneisengranat (Edler Gr., Mangangr.) $(Fe, Mn)^3(Al, Fe)^2Si^3O^{12}$.

Unter 9. und 10. werden die bereits diese Zeitschr. **4**, 99 mitgetheilten Analysen veröffentlicht.

11) Grosse Dodekaëder im Ganggranit vom Ausfluss des Loch Garve in das Blackwater.

SiO^2	36,15
Al^2O^3	21,93
Fe^2O^3	15,15
FeO	15,08
MnO	7,85
CaO	2,07
MgO	1,62
H^2O	0,31
	100,16

12) Struay Bridge, und 13. Ben Resipol, s. diese Zeitschr. **4**, 99.

Ref.: P. Groth.

5. Derselbe, chemische Untersuchung schottischer Augite, Hornblenden und deren Zersetzungsprodukte (Chapters on the Mineralogy of Scotland. Ch. IV, Augite, Hornblende, and Serpentinous Change. — Trans. of the Roy. Soc. of Edinburgh, 1878, **28**, 453—555).

I. Pyroxene.

Malakolith $(Ca, Mg)SiO^3$.

1) Im körnigen Kalk zu Schinness, Sutherland, finden sich, theils in getrennten Lagen im Kalk, theils an dessen Contact mit Gneiss, ausserordentlich grosse

Krystalle, bis über 1′ lang, zusammen mit Biotit, Molybdänglanz, Pyrrhotit, Aktinolith, Sphen, Apatit, Augit, Amianth, Pyrit, Talk, Steatit, Chlorit etc. Es treten dreierlei Pyroxene hierselbst auf, welche keine Uebergänge in einander zeigen, nämlich weisser Malakolith, grüner Sahlit und dunkler Augit; der erste sitzt auf dem zweiten auf und zeigt in Höhlungen ausgebildete Krystalle; er spaltet nach einem Prisma von 92° 55′ und sehr leicht nach der Basis, hat das spec. Gewicht 3,149 und folgende Zusammensetzung:

SiO^2	53,06
Al^2O^3	0,19
Fe^2O^3	1,77
FeO	0,47
MnO	0,15
CaO	23,63
MgO	19,30
H^2O	1,55
	100,12

[Von der Spaltbarkeit nach *c* giebt der Verf. an, dass sie durch eine parallele Liniirung, an den durchsichtigsten Exemplaren bestehend aus schmalen weissen Streifen, angedeutet sei; hiernach handelt es sich wohl nicht um eigentliche Spaltbarkeit, sondern um eine schaalige Absonderung, hervorgebracht durch Zwillingslamellen. — Der Ref.].

2) Loch Ailsh bei Totaig, ebenfalls in körnigem Kalk; plattige Partien von blassbläulicher Farbe; selten; spec. Gewicht 3,2.

SiO^2	50,69
Al^2O^3	0,03
Fe^2O^3	0,94
MnO	0,07
CaO	25,78
MgO	18,09
K^2O	0,50
Na^2O	1,43
H^2O	2,62
	100,15

3) Aus derselben Kalkzone, von Ben Chourn, halbwegs zwischen Totaig und Glen Elg; grosse, halb durchsichtige, glänzende blättrige Krystalle; Spaltungswinkel: $c = 79^0\ 8—15'$, $c : a = 74^0\ 10'$, $a : m = 46^0\ 28'$. Specifisches Gewicht 3,155.

SiO^2	51,58
Al^2O^3	0,11
Fe^2O^3	0,33
CaO	22,01
MgO	19,59
K^2O	0,49
Na^2O	1,01
H^2O	4,64
	99,76

4) Aus dem Kalk von Glen Tilt; derb, blättrig, milchweiss oder sehr blassgrün, mit Tremolit, Serpentin und Margarodit; spec. Gewicht der weissen Varietät 3,124, der grünlichen 3,162. Die letztere wurde analysirt:

SiO^2	53,24
FeO	2,71
MnO	0,13
CaO	22,77
MgO	18,86
H^2O	2,17
	99,88

5) Von Coyle, Aberdeenshire, aus losen Blöcken stammend, welche aus graublauem krystallinischen Malakolith und aus Biotit bestehen. Specifisches Gewicht 3,183.

SiO^2	51,00
Fe^2O^3	1,37
FeO	1,60
MnO	0,38
CaO	26,36
MgO	17,08
K^2O	0,63
Na^2O	1,11
H^2O	0,26
	99,79

Ausser den genannten kommt jedoch noch an vielen anderen Orten Schottlands Malakolith in metamorphischen Kalken vor.

Sahlit $(Ca, Mg, Fe)SiO^3$.

6) Aus dem körnigen Kalk von Ben Chourn, Glen Elg; runde Massen von radial-krystallinischer Structur, blassgrün.

SiO^2	54,48
FeO	3,13
MnO	0,25
CaO	22,82
MgO	17,58
K^2O	0,44
Na^2O	0,79
H^2O	0,42
	99,91

7) Aus dem Marmor von Balliphätrich auf der Westseite von Tiree; dunkelgrün; spec. Gewicht 3,142.

SiO^2	50,54
Al^2O^3	4,69
Fe^2O^3	4,14
FeO	0,04
MnO	0,69
CaO	23,59
MgO	14,40
K^2O	0,31
Na^2O	0,63
H^2O	1,48
	100,51

8) Von Eslie bei Banchory, Kincardineshire, ebenfalls aus Kalk; blassgrün. matt und etwas weicher, als die übrigen Varietäten.

SiO^2	49,50
Al^2O^3	1,96
FeO	11,06
MnO	0,40
CaO	24,08
MgO	10,81
K^2O	0,57
Na^2O	0,80
H^2O	0,69
	99,87

Kokkolith.

9) Aus Gneiss im Contact mit Kalk, von Gruagach Cliff, bei Loch Ailsh in Ross; dunkelgrün; spec. Gewicht 3,048 (vielleicht etwas zu niedrig wegen Porosität des angewandten Stückes).

SiO^2	49,04
Al^2O^3	6,09
Fe^2O^3	1,39
FeO	2,94
MnO	0,46
CaO	23,34
MgO	15,12
K^2O	0,82
Na^2O	0,79
H^2O	0,17
	100,16

Diallag.

10) Von der Insel Unst; diese Analyse wurde bereits mitgetheilt diese Zeitschrift **3,** 332.

11) Von Pinbain bei Lendalfoot, Ayrshire; dieser Diallag bildet grosse plattenförmige Partien, eingewachsen in dichten körnigen, wasserhaltigen Saussurit; olivengrün, mit metallischem Schimmer auf den Spaltungsflächen. Spec. Gewicht 3,251.

SiO^2	51,77
Al^2O^3	2,10
FeO	2,95
MnO	0,31
CaO	22,10
MgO	18,46
K^2O	0,63
Na^2O	0,58
H^2O	1,09
	99,99

12) Lebhaft grün gefärbter, smaragditähnlicher Augit von Glen Elg, mit geringen Mengen eingestreuter Aktinolithnadeln. Spec. Gewicht 3,242.

SiO^2	54,22
Al^2O^3	0,17
FeO	6,72
MnO	0,40
CaO	19,57
MgO	16,97
K^2O	0,50
Na^2O	0,45
H^2O	0,96
	99,96

Augit.

13) Von Craig Buiroch in Banffshire; grosse braune halbdurchsichtige Krystalle in feinkörnigem Labrador; spec. Gewicht 3,28.

SiO^2	50,31
Al^2O^3	4,48
Fe^2O^3	3,92
FeO	5,76
MnO	0,31
CaO	17,58
MgO	16,61
K^2O	0,19
Na^2O	0,90
H^2O	0,38
	100,44

14) Durchsichtiger olivengrüner Augit, in grossen Krystallen mit Labrador nebst wenig Glimmer und Olivin ein Gestein bildend, das einen nicht unbeträchtlichen Theil der Insel Rum zusammensetzt. Durch seinen Glasglanz, muschligen Bruch und Mangel an Spaltbarkeit gleicht das Mineral dem Olivin. Spec. Gewicht 3,481.

SiO^2	50,54
Al^2O^3	3,35
Fe^2O^3	1,34
FeO	4,42
MnO	0,23
CaO	21,42
MgO	17,05
K^2O	0,25
Na^2O	0,53
H^2O	0,71
	99,84

Die unter Nr. 15—18 beschriebenen Augite, von verschiedenen Punkten der Insel Skye herstammend, sind bisher stets für Hypersthen gehalten, die Gesteine, denen sie angehören, als Hyperite beschrieben worden.

15) Von Corry na Creech: grosse graulichgrüne, glänzende Krystalle, mit grünlichweissem Labrador; spaltbar a vollkommen, b unterbrochen, M selten, aber ziemlich vollkommen; $M : a = 46^0\ 2'$. Spec. Gewicht 3,329.

SiO^2	53,05
Al^2O^3	4,82
FeO	11,39
MnO	0,08
CaO	19,81
MgO	11,58
H^2O	0,63
	101,36

16) Von Hart o' Corry: grün, oberflächlich ein wenig broncefarben; mit Magnetit, blassgrünem Labrador, wenig Olivin und Chlorit. Spec. Gew. 3,329.

SiO^2	51,36
Al^2O^3	1,66
FeO	8,97
MnO	0,33
CaO	20,84
MgO	16,47
H^2O	0,54
	100,17

17) Von Drum na Raave (Raben): bräunlichgrün, mit etwas Neigung zum Broncefarbenen (nicht mehr ganz frisch); mit blassgrünem Labrador. Spec. Gewicht 3,335; Spaltbarkeit *a* vollkommen, mit broncefarbenem Schiller, *b* eben und schimmernd, *M* unterbrochen, etwas matt; $M : M = 92^0\ 45'$.

SiO^2	51,94
Al^2O^3	1,32
FeO	13,90
MnO	0,25
CaO	19,36
MgO	13,85
TiO^2	0,38
H^2O	0,20
	101,20

18) Von Loch Scavaig: grosse dunkelgrüne, spaltbare Massen, verbunden mit ebenfalls grossen, gestreiften grauen Krystallen von Labrador und mit etwas Magnetit. Spec. Gewicht 3,321.

SiO^2	49,27
Al^2O^3	0,22
Fe^2O^3	2,17
FeO	12,15
MnO	0,38
CaO	20,26
MgO	14,81
H^2O	0,72
	99,98

*19) Als »augitisches Glas« beschreibt der Verf. eine dunkelgrünlichbraune, amorphe, glasglänzende Substanz mit muschligem Bruch, welche, ganz von Sprüngen durchzogen und sehr leicht zerbröckelnd, sich in kleinen rundlichen Massen in einem, innerhalb der Steinkohlenformation im Tuff aufsetzenden Gange bei Elieness fand. Spec. Gewicht 3,327.

SiO^2	49,04
Al^2O^3	9,71
Fe^2O^3	1,25
FeO	5,16
MnO	0,31
CaO	16,25
MgO	16,88
K^2O	0,31
Na^2O	0,79
H^2O	0,31
	100,01

*20) Ein ähnliches Mineral, dunkel flaschengrün, stark glasglänzend, aus einem den »old red sandstone« durchsetzenden vulkanischen Gesteine, bei John o' Groat's House, Caithness, spec. Gewicht 3,36, ergab:

SiO^2	46,08
Al^2O^3	11,39
FeO	7,92
MnO	0,46
CaO	16,07
MgO	15,65
K^2O	0,82
Na^2O	1,06
H^2O	0,38
	99,83

Zersetzungsprodukte des Augit.

21) Pseudomorphosirter Augit aus dem Serpentin von Portsoy:

SiO^2	37,33
Al^2O^3	1,13
Fe^2O^3	4,36
FeO	4,05
MnO	0,38
CaO	1,20
MgO	36,71
K^2O	0,88
Na^2O	0,73
H^2O	13,37
	100,14

22) Von Balhammie Hill bei Colmonell in Ayrshire; bronzitähnliche, graulich olivengrüne, weiche fasrige Massen, in Serpentin eingelagert:

SiO^2	37,78
Al^2O^3	2,12
Fe^2O^3	5,07
FeO	2,09
MnO	0,08
MgO	37,01
K^2O u. Na^2O	Spuren
H^2O	16,07
	100,22

Wegen des Mangels an Kalk ist es wahrscheinlich, dass hier ein umgewandelter Enstatit vorliegt.

23) Von Portsoy: blauschwarze Partien, dem Hydrophit von Taberg sehr ähnlich, aus Diallag hervorgegangen und in ein hellgrünes, serpentinähnliches Zersetzungsprodukt des Labrador eingelagert; das aus beiden bestehende Gestein bildet Uebergänge in unzersetzten Gabbro.

SiO^2	34,54
Al^2O^3	1,16
Fe^2O^3	15,20
FeO	0,33
MnO	0,28
MgO	36,38
H^2O	12,20
	100,09

24) Die hellgrüne, aus Labrador hervorgegangene Masse (spec. Gewicht 2,616), welche die zuletzt erwähnten augitischen Pseudomorphosen enthielt, gab bei der Analyse die normale Zusammensetzung eines Serpentin, nämlich:

SiO^2	38,83
Fe^2O^3	2,02
FeO	2,03
MnO	0,77
CaO	1,07
MgO	38,76
H^2O	16,58
	100,06

25) Von Green Hill of Strathdon in Aberdeenshire. Dunkel olivengrüne, sahlitähnliche blättrige Massen, auf den Zusammensetzungsflächen mit dünnen Talk- (oder Brucit-?) Schüppchen bedeckt, sonst matt und etwas porös. Spec. Gewicht 2,158. Zusammensetzung nach Verlust von 4,54% H^2O im Luftbad:

SiO^2	37,41
Fe^2O^3	13,54
FeO	0,06
MnO	0,24
CaO	0,18
MgO	34,76
H^2O	13,59
	99,78

Totaigit.

26) Mit diesem Namen belegte der Verf. eine im Kalk *) bei Totaig in Rossshire in kleinen, hell rehbraunen Körnern mit erkennbarer Spaltbarkeit vorkommende Substanz, welche dem Chondrodit, noch mehr dem Danburit ähnlich ist und folgende Zusammensetzung besitzt:

*) Derselbe Kalk, welcher den S. 304 erwähnten bläulichen Malakolith enthält.

SiO^2	37,22
Al^2O^3	0,76
FeO	1,05
MnO	0,23
CaO	5,24
MgO	44,97
H^2O	10,64
	100,11

27) Dasselbe Mineral fand sich an einer anderen Stelle jenes Kalkes, mit blauschwarzer Farbe, manchmal den krystallisirten Malakolith umhüllend und diesem in Structur und Glanz sehr ähnlich; an der zersetzten Oberfläche erschien es ockergelb, weich, serpentinähnlich. Die dunkle Varietät wurde in schwachen Säuren weiss, hatte das spec. Gewicht 2,84—2,89 und gab bei der Analyse:

SiO^2	36,19
Al^2O^3	0,26
Fe^2O^3	0,29
FeO	2,96
MnO	0,45
CaO	3,27
MgO	45,57
K^2O	0,25
Na^2O	0,42
H^2O	10,20
	99,86

Nach der Art des Vorkommens schien diese Varietät eine Zwischenstufe der Umwandlung von Sahlit in Serpentin zu sein, wobei es jedoch auffallend ist, dass dieselbe noch mehr Magnesia enthält, als der Serpentin selbst.

Schillerspath.

28) Vom Black Dog rock, nördlich von Aberdeen; lauchgrüne blättrige Massen, von matten Flecken dunkeln Serpentins durchbrochen, sehr ähnlich dem Schillerspath von der Baste. Die Trennung von den dunklen Serpentinpartien war nicht ganz vollkommen zu erreichen. Spec. Gewicht 2,649.

SiO^2	38,19
Al^2O^3	2,18
Cr^2O^3	0,28
Fe^2O^3	0,03
FeO	8,48
MnO	0,51
CaO	2,91
MgO	32,42
K^2O	1,40
Na^2O	0,07
H^2O	14,03
	100,50

II. Amphibole.

Asbest.

1) Der reinste und biegsamste Amianth, welcher aus Schottland bekannt ist, findet sich in dünnen Spalten eines Diallaggesteines auf Balta, Shetland; er bildet bis 3—4 Zoll lange, blass graulich grüne, sehr feine Fasern. Spec. Gew. 2,949.

SiO^2	56,15
Al^2O^3	1,54
Fe^2O^3	0,39
FeO	3,11
MnO	0,77
CaO	11,72
MgO	22,46
K^2O	0,19
Na^2O	0,69
H^2O	2,50
	99,52

2) Asbest aus dem körnigen Kalk von Shinness in Sutherland, dem vorigen ähnlich, aber hart und unbiegsam.

SiO^2	56,86
Al^2O^3	0,23
Fe^2O^3	0,48
FeO	2,12
MnO	0,23
CaO	12,54
MgO	23,92
K^2O	0,44
Na^2O	0,54
H^2O	2,53
	99,89

3) Aus dem Serpentin von Portsoy, in zolldicken Adern, transversal fasrig, fettig anzufühlen, blassgrünlich grau, seidenglänzend. Spec. Gewicht 2,986.

SiO^2	56,31
Al^2O^3	0,77
Fe^2O^3	0,53
FeO	2,32
MnO	0,15
CaO	12,58
MgO	23,31
K^2O	0,44
Na^2O	0,63
H^2O	2,94
	99,98

Nephrit (?).

4) Hierher stellt der Verf. wegen ihrer Zähigkeit, ihres Bruches und ihrer chemischen Zusammensetzung eine hellgrün gefärbte Substanz, welche eine 2 Zoll

dicke Lage im Contact mit dem Amianth von Balta bildet, aber nach ihren sonstigen Eigenschaften eher als Antigorit zu bezeichnen wäre, da sie so blättrig ist, dass sie in die dünnsten Plättchen gespalten werden kann, und so weich, dass sie mit dem Messer zu schaben ist. Die dünnen Platten haben ausserdem noch eine unvollkommene Spaltbarkeit nach zwei, 60⁰ mit einander bildenden Richtungen. Spec. Gewicht 2,957.

SiO^2	55,73
Al^2O^3	0,05
FeO	5,20
MnO	0,01
CaO	13,24
MgO	22,70
K^2O	0,14
Na^2O	1,12
H^2O	2,44
	100,63

5) Eine sehr ähnliche grünlichweisse Substanz findet sich zu Leegarth, an der Ostseite von Trista Voe in Fetlar. Dieselbe ist jedoch viel weicher, lockerer und schiefriger. Spec. Gewicht 2,955.

SiO^2	56,92
Al^2O^3	0,22
FeO	4,65
MnO	0,08
CaO	12,32
MgO	22,08
Alkalien	Spuren
H^2O	3,40
	99,67

Tremolit.

6) Farblos, feinfasrig, aus dem Kalk von Shinness in Sutherland. Spec. Gewicht 2,964.

SiO^2	56,15
Al^2O^3	0,86
Fe^2O^3	1,62
FeO	0,72
MnO	0,07
CaO	13,31
MgO	24,14
K^2O	0,44
Na^2O	0,21
H^2O	2,50
	100,02

7) Von Milltown, Glen Urquhart; Krystalle von blassgelber Farbe, $^1/_4$ Zoll lang, mit Talk gemengt in körnigen Kalk eingewachsen.

SiO^2	57,31
Al^2O^3	6,68
Fe^2O^3	1,08
FeO	3,23
MnO	0,31
CaO	12,36
MgO	16,62
H^2O	2,50
	100,09

Strahlstein.

8) Hellgrüne, glänzende Prismen von 55° 31′, ohne Endflächen, welche, eingelagert in Talk und Chlorit, einen 2′ mächtigen Gang an der Küste von Nidister (Hillswick, Shetland) bilden. Spec. Gewicht 2,993.

SiO^2	55,00
Al^2O^3	1,51
Fe^2O^3	0,99
FeO	3,46
MnO	0,31
CaO	10,38
MgO	23,31
K^2O	1,12
Na^2O	1,10
H^2O	2,90
	100,08

Edenit, Pargasit.

9) Von Milltown, Glen Urquhart. Garbenförmige Bündel feiner spröder Fasern, mit Pyrrhotit in körnigem Kalk; theils grün, theils schieferblau gefärbt. Die erstere Varietät ergab:

SiO^2	50,31
Al^2O^3	8,54
Fe^2O^3	0,12
FeO	2,76
MnO	0,08
CaO	11,63
MgO	20,77
K^2O	0,50
Na^2O	1,16
H^2O	4,13
	100,00

10) Das schwarzblaue Mineral lieferte bei der Analyse:

SiO^2	51,31
Al^2O^3	2,22
Fe^2O^3	0,16
FeO	7,66
MnO	0,49
CaO	11,17
MgO	21,87
K^2O	2,20
Na^2O	0,46
H^2O	2,12
	99,66

11) Das Mineral fand sich in den beim Schürfen nach Kupfererzen herausgeworfenen Massen am Mt. Errins, nördlich von Tarbet in Kantyre, und bildete eine borstige und zerhackte Masse paralleler nadelförmiger Krystalle, durchsichtig, spröde, von schön grüner Farbe, oft überrindet von einem chloritischen Mineral. Mit letzterem, ferner mit Kupferkies, Pyrit u. a. setzen sie kleine Gänge im Gneiss oder Hornblendeschiefer zusammen, zu deren Oberfläche die etwa $^1/_2$ Zoll langen Krystalle senkrecht stehen.

SiO^2	52,69
Al^2O^3	2,56
Fe^2O^3	4,09
FeO	9,77
MnO	0,23
CaO	11,42
MgO	15,77
K^2O	0,57
Na^2O	0,69
H^2O	2,12
	99,91

Hornblende.

12) Der bereits früher (s. diese Zeitschr. **2**, 657) analysirte Labrador von Balta gehört zwei Gängen an, deren einer ausserdem Diallag, der andere Hornblende eingelagert enthält. Die letztere ist dunkelgrün, matt, und zeigt in dünnen Klüften Kalkspath, wahrscheinlich in Folge angehender Zersetzung. Spec. Gewicht 3,112. Spaltungswinkel 55⁰ 33′.

SiO^2	45,87
Al^2O^3	8,78
FeO	14,15
MnO	0,13
CaO	9,82
MgO	14,40
K^2O	0,82
Na^2O	1,43
H^2O	2,30
	97,70 (Verlust: CO^2 nicht best.).

13) Von Trista Voe, Fetlar, Shetland (über die Art des Vorkommens s. diese Zeitschr. **2**, 659 unter Anorthit 1.). Diese Hornblende ist im frischen Bruche

grün und fasrig, auf der Aussenfläche schwarz und stark glänzend. Das Material zur Analyse wurde nur dem Innern entnommen. Spec. Gewicht 3,09.

SiO^2	41,63
Al^2O^3	11,63
Fe^2O^3	1,85
FeO	8,95
MnO	0,31
CaO	9,25
MgO	18,51
K^2O	0,63
Na^2O	1,22
H^2O	5,40
	100,38

[Diese Varietät scheint bereits stark zersetzt zu sein.]

14) Aus dem Diorit von Portsoy. Das daselbst auftretende Gestein (s. diese Zeitschr. **2**, 658, Nr. 7, hielt der Verf. früher für Diabas, das a. a. O. als Augit bezeichnete Mineral erwies sich jedoch bei näherer Untersuchung als Hornblende. Dieselbe ist dunkelgrün, sehr stark pleochroitisch (dunkelgrün — rothbraun), hat einen Spaltungswinkel von 55° 27′ und das spec. Gewicht 3,252.

SiO^2	52,07
Al^2O^3	2,57
FeO	9,72
MnO	Spur
CaO	19,05
MgO	14,41
K^2O	0,75
Na^2O	0,57
H^2O	0,85
	99,99

15) Arfvedsonitähnliche Hornblende aus dem d. Zeitschr. **2**, 657 erwähnten Gange von Glenbucket; die Krystalle erreichen eine Länge von 20 Zoll, bei 2 Zoll Breite. Spaltungswinkel 55° 36′. Spec. Gewicht 3,218.

SiO^2	45,00
Al^2O^3	9,41
Fe^2O^3	1,55
FeO	16,76
MnO	0,33
CaO	11,24
MgO	11,19
K^2O	1,36
Na^2O	1,66
H^2O	1,35
	99,85

16) Von der Küste von Kyle, Durness, aus lose gefundenem Hornblendegneiss, dessen Bestandtheile körniger Orthoklas, grüner uralitähnlicher Amphibol und wenig Titanit waren. Ein ähnliches Gestein fand der Verf. später anstehend am NW-Abhang des Ben Spinnu, 600′ höher. Der grüne Amphibol ergab bei der Analyse:

SiO^2	51,46
Al^2O^3	2,97
Fe^2O^3	2,45
FeO	9,66
MnO	1,08
CaO	20,07
MgO	10,46
K^2O	0,68
Na^2O	1,31
H^2O	0,68
	100,82

17) Glänzend grünlichschwarze Hornblende aus dem Tuff und den letzteren durchziehenden Gängen von Elie, woselbst sie sich in einheitlich spaltbaren, rundlichen Partien, welche indess wahrscheinlich nicht als Einschlüsse zu betrachten sind, findet. Spaltungswinkel 55° 41′. Spec. Gewicht 3,375.

SiO^2	40,38
Al^2O^3	19,01
Fe^2O^3	2,12
FeO	7,28
MnO	0,46
CaO	11,54
MgO	17,50
H^2O	1,17
	99,46

Zersetzungsprodukte der Hornblende.

18) Vom Green Hill of Strathdon: anscheinend kaum veränderte Hornblende, deren Structur zwischen blättrig und fasrig; dunkelgrün, schwach fettglänzend; Härte etwas geringer, als gewöhnlich; spec. Gewicht 3,01.

SiO^2	50,92
Al^2O^3	1,89
Fe^2O^3	9,43
FeO	2,09
MnO	0,31
CaO	8,64
MgO	21,58
K^2O	0,34
Na^2O	0,43
H^2O	4,54
	100,17

Die trotz des Aussehens nicht unbeträchtliche Veränderung besteht in Aufnahme von H^2O, Verlust von CaO und Oxydation des FeO.

19) An der NW-Spitze der Bai von Scoorie, Sutherland, gegenüber der Insel Handa, finden sich im Gneiss Lager von Hornblendegestein und mit diesen verbunden eine gelbe, thonartig plastische Substanz, welche nach einigen Monaten erhärtet eine fasrig krystallinische, leicht zerbröckelnde Masse von blass olivengrüner Farbe und fettartigem Glanz darstellt. Diese hatte das spec. Gew. 2,917 und folgende Zusammensetzung:

SiO^2	45,51
Al^2O^3	6,39
FeO	14,29
CaO	4,44
MgO	22,14
Alkalien	Spuren
H^2O	6,72
	99,49

20) Dünne biegsame Platten (Bergleder) oder korkähnliche festere Massen (Bergkork), gelb, selten farblos, aus dem körnigen Kalk von »Burn of the Boyne« in Banffshire; zur Analyse wurde weisses korkähnliches Material benutzt.

SiO^2	51,43
Al^2O^3	7,52
Fe^2O^3	2,06
FeO	2,49
MnO	1,30
CaO	0,58
MgO	9,35
H^2O	25,04
	99,77

21) Eine ähnliche Substanz von Leadhills, fast weiss, hart, aber biegsam, anscheinend aus verfilzten Nadeln bestehend.

SiO^2	51,45
Al^2O^3	7,98
Fe^2O^3	0,97
FeO	3,29
MnO	1,49
CaO	1,97
MgO	10,15
H^2O	21,70
	99,00

22) Bergleder aus einem Kalkspathgang, der bei Tod Head, in Kincardineshire, im »old red sandstone« aufsetzt; hart, schwer biegsam; Farbe weiss mit Flecken von Eisenoxydhydrat.

SiO^2	52,48
Al^2O^3	6,33
Fe^2O^3	0,60
FeO	2,11
MnO	2,88
CaO	1,34
MgO	11,95
H^2O	21,70
	99,39

23) Von Partan Craig, Fife. Weisse, feinfasrige Massen, welche die Seitenflächen von dünnen Kalkspathgängen im Mandelstein ausfüllen: die verfilzten Fasern sind hart und schwer zerreiblich. Spec. Gewicht 2,108.

SiO^2	54,37
Al^2O^3	11,27
Fe^2O^3	0,21
FeO	1,09
MnO	0,33
CaO	0,98
MgO	9,49
H^2O	22,41
	100,15

24) 25) Pikrolith von Doo's Geo auf Balta; A. dunkelgrüne, fettglänzende und fettig anzufühlende, feinfasrige Massen, spec. Gew. 2,693; Varietät B. mehr glänzend, serpentinähnlich und weniger fasrig; spec. Gewicht 2,634.

	A.	B.
SiO^2	50,19	50,08
Al^2O^3	2,10	1,88
FeO	4,39	6,09
MnO	0,01	0,23
CaO	5,07	0,86
MgO	29,23	31,57
Na^2O	0,74	0,34
H^2O	8,50	9,30
	100,23	100,35

26) Anthophyllitähnliches, grünlich braunes, langfasriges Mineral mit Seidenglanz, von grosser Festigkeit und dem spec. Gewicht 2,811. Dasselbe bildet Gänge, zu deren Seiten die Fasern senkrecht stehen, in einem aus Biotit und grünem Zoisit bestehenden Gesteine, östlich von der »Free Church of Milltown«.

SiO^2	47,72
Al^2O^3	3,84
Fe^2O^3	0,18
FeO	5,74
MnO	0,16
CaO	5,64
MgO	28,75
K^2O	0,19
Na^2O	0,26
H^2O	7,65
	100,13

27) Die S. 309, Nr. 21 erwähnten pseudomorphosirten Augite aus dem Serpentinlager von Portsoy liegen in einer asbestartigen, wahrscheinlich aus Plagioklas hervorgegangenen Substanz, welche mehr oder weniger vollständige Uebergänge in Serpentin zeigt; dieselbe ist blassgrün, zuweilen verfilzt fasrig, sehr fest und hat das spec. Gewicht 2,388. Es wurden drei Varietäten analysirt, welche verschiedene Stadien der Umwandlung in Serpentin darstellen, von diesen aber nur die, letzterem am nächsten stehende (III) vollständig; I war zähe, dicht und härter, als die anderen, also am wenigsten serpentinähnlich.

	I.	II.	III.
SiO^2	—	46,72	46,92
Al^2O^3	—	0,63	0,63
Fe^2O^3	—	0,01	0,01
FeO	—	1,71	1,67
MnO	—	0,71	0,77
CaO	—	—	9,91
MgO	—	25,76	25,85
K^2O	0,57	—	0,57
Na^2O	0,57	—	0,58
H^2O	9,90	—	12,84
			99,75

28) Strahlsteinähnliche, dunkelgrüne prismatische Massen von fasriger Structur und mattem Ansehen; von Pundy Geo bei Fethaland, auf der Hauptinsel Shetlands. Spec. Gewicht 2,65.

SiO^2	42,93
Al^2O^3	1,85
Fe^2O^3	5,10
MnO	0,42
CaO	0,80
MgO	36,19
K^2O	0,81
Na^2O	0,37
H^2O	11,50
	99,97

Hier ist sonach die Umwandlung des Strahlstein in Serpentin fast vollendet.

29) Von Airshire; sternförmig fasriges Aggregat, bräunlich oder grünlich grau, anthophyllitähnlich; spec. Gewicht 2,806.

SiO^2	39,75
Al^2O^3	0,49
Fe^2O^3	5,30
FeO	4,11
MnO	0,23
CaO	6,27
MgO	26,25
K^2O	0,76
Na^2O	0,11
H^2O	16,83
	100,10

30) Sogenannter Baltimorit von Corrycharmaig bei Killin in Perthshire. Diese Substanz, wahrscheinlich aus einem augitischen Mineral hervorgegangen, findet sich mit Chromeisenstein und Ripidolith, ist dunkel saftgrün, verworren fasrig und etwas spröde, lässt sich jedoch schaben. Spec. Gewicht 2,628.

SiO^2	41,47
Fe^2O^3	4,01
FeO	4,83
MnO	0,26
MgO	37,13
H^2O	12,50
	100,20

Bis auf den Eisenoxydgehalt ist dies die Zusammensetzung des Serpentin.

31) Chrysotil von Hesta Ness an der Bai von Gruting in Fetlar, Shetland. Derselbe bildet eine feine Schnur, wie gewöhnlich mit normal dazu stehenden Fasern, in körnigem Magnetit; Farbe fast goldgelb. etwas grünlich, starker Seidenglanz.

SiO^2	39,73
Al^2O^3	0,10
FeO	2,92
MgO	41,61
H^2O	15,66
	100,02

32) Pseudophit, dicht, hellgrün, durchscheinend, tritt als Ausfüllung eines schmalen Ganges im Gabbro von Beauty Hill, im Norden von Aberdeen auf; spec. Gewicht 2,59.

SiO^2	34,73
Al^2O^3	12,44
FeO	2,68
MnO	1,17
CaO	1,60
MgO	34,10
H^2O	13,10
	99,82

Die mitgetheilten Analysen zeigen, dass die Umwandlung in Serpentin sowohl bei Augiten, als Hornblenden, unter letzteren namentlich bei den fasrigen und in Nadeln krystallisirenden Varietäten, stattgefunden hat. Der Umwandlungsprocess besteht in einer Zufuhr von MgO und H^2O und in Entfernung von CaO, SiO^2, meist auch von FeO, welches, wenn es zurückbleibt, zu Fe^2O^3 oxydirt wird.

Die den Schluss der Arbeit bildenden Betrachtungen des Verfassers haben wesentlich geologisches Interesse.

Ref.: P. Groth.

6. A. Streng (in Giessen): **Mineralogische Mittheilungen über die Erze der Grube Dolores bei Chanarcillo in Nordchile** (Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1878, S. 897—927 und 1879, S. 547—554).

1. Proustit (lichtes Rothgiltigerz).

Dieses Erz kommt auf Silberglanz, auf dunklem Rothgiltigerz (ohne regelmässige Orientirung und mit abweichendem Habitus beider), ferner mit Kalkspath, Flussspath, Pyrit, Rittingerit (oder Feuerblende?) etc., in ausgezeichneten Krystallen bis 2,5 cm Länge vor. An denselben herrscht fast immer das Skalenoëder $R3(21\bar{3}1)$*), dessen Flächen zwar oft von grosser Vollkommenheit sind, aber bei der Messung doch nicht unbeträchtlich schwankende Werthe lieferten. Constantere Resultate gaben die etwas weniger glänzenden Flächen von $-\frac{1}{2}R(01\bar{1}2)$, nämlich an fünf verschiedenen Krystallen für die Polkante dieses Rhomboëders $42^0\ 43\frac{1}{2}'$—$46'$, i. M. $42^0\ 44\frac{1}{2}'$; daraus folgt:

*) Die vom Verf. in seiner Zusammenstellung der beobachteten Flächen gegebenen vierzähligen Symbole sind sämmtlich unrichtig. Der Ref.

$a : c = 1 : 0{,}80339.$

Häufig ist die scharfe Polkante von $R3$ abgestumpft durch $-2R(02\bar{2}1)$ [der Winkel beider wurde beobachtet 37° 20′, berechnet 37° 19¼′], mitunter auch äusserst schmal die stumpfe Polkante durch $\frac{5}{2}R(50\bar{5}2)$. Etwas weniger häufig erscheint $\frac{1}{4}R(10\bar{1}4)$ mit $-\frac{1}{2}R$ oder ohne dasselbe, parallel der Combinationskante beider gestreift. Zu den selteneren Flächen gehört $R(10\bar{1}1)$ [Polk. berechnet 72° 10′], und noch seltener ist ein nicht messbares steileres, unter $-2R$ auftretendes Rhomboëder.

Das Skalenoëder $R3$ ist oft gestreift durch Alterniren mit $\infty P2(11\bar{2}0)$ oder mit dem nur in dieser Weise als Streifung erscheinenden $R4(53\bar{8}2)$; die Messungen ergaben:

		Beobachtet:	Berechnet:
Scharfe Polkante	$= (21\bar{3}1)(\bar{2}3\bar{1}1) =$	74° 38′ Mitt.	74° 38½′
Stumpfe -	$= (21\bar{3}1)(3\bar{1}\bar{2}1)$	35 17	35 17½
$R3 : R$	$= (21\bar{3}1)(10\bar{1}1)$	28 58½—29° 45′	29 20
$R3 : -\frac{1}{2}R$	$= (21\bar{3}1)(01\bar{1}2)$	50 35½	50 26½
$R3 : -\frac{1}{2}R$ (über R)	$= (21\bar{3}1)(1\bar{1}02)$	65 36½	65 22¾

Zwischen $R3$ und $-\frac{1}{2}R$, mit fast parallelen Kanten, tritt an den meisten Krystallen ein Skalenoëder $-\frac{2}{7}R4(35\bar{8}7)$ auf, dessen scharfe Polkanten also über den stumpfen von $R3$ liegen; dasselbe ist oft durch Alterniren mit $-\frac{1}{2}R$ gestreift, doch konnten einige ganz glatte Flächen gemessen werden:

		Beobachtet:	Berechnet:
Scharfe Polkante	$= (35\bar{8}7)(\bar{3}8\bar{5}7) =$	49° 41½′	49° 45¼′
Stumpfe -	$= (35\bar{8}7)(8\bar{5}\bar{3}7)$	29 6½	29 14½
Mittelkante	$= (35\bar{8}7)(53\bar{8}\bar{7})$	—	95 23¼
$-\frac{2}{7}R4 : R3$	$= (35\bar{8}7)(21\bar{3}1)$	29 20	29 20¼
- $: -\frac{1}{2}R$	$= (35\bar{8}7)(01\bar{1}2)$	21 22½	21 26¼

Weit seltener ist $\frac{2}{5}R2(31\bar{4}5)$ als Abstumpfung der Combinationskanten $R : -\frac{1}{2}R$, parallel dieser Zone gestreift oder durch eine schief geneigte, sehr stumpfe Kante geknickt.

$\frac{2}{5}R2 : -\frac{1}{2}R = (31\bar{4}5)(01\bar{1}2)$ beob. 23° 27⅔′, ber. 23° 37′.

An einigen Krystallen fand sich noch ein Skalenoëder $-2R\frac{3}{2}(15\bar{6}2)$, für Rothgiltigerz neu, mit spitzen dreieckigen Flächen an den schärferen Polkanten von $R3$ auftretend. Es wurde gefunden:

		Beobachtet:	Berechnet:
Stumpfe Polkante	$= (15\bar{6}2)(\bar{1}6\bar{5}2) =$	16° 35′—16° 38′	16° 41′
$2R\frac{3}{2} : R3$	$= (15\bar{6}2)(21\bar{3}1)$	28 43—29 37½	29 38

Auf diesen Flächen erschien als horizontale Streifung ein mit jenen circa 11° einschliessendes steiles Skalenoëder, also wahrscheinlich $-4R\frac{3}{2}(15\bar{6}1)$, für welches der Winkel $(15\bar{6}2)(15\bar{6}1)$ sich zu 10° 13½′ berechnet.

In alternirender Combination mit $\infty P2$ kommt noch ein Skalenoëder $R\frac{16}{13}$ $(19.13.\bar{32}.6)$ vor; der Winkel beider Formen ist beob. 14° 20′, ber. 14° 27′.

Die verticalen Flächen, meist vielfach alternirend ausgebildet, sind folgende:

$\infty P2(11\bar{2}0)$, gestreift entweder durch Flächen der anderen Prismen oder durch Alterniren mit $R3$ oder $R\frac{16}{13}$; besonders gut ausgebildet an den kleinsten, nadelförmigen Krystallen.

$\infty P\frac{5}{4}$ (14$\bar{5}$0) als ditrigonales und vereinzelt ∞R (10$\bar{1}$0) als trigonales Prisma *). Der stumpfe Winkel des ersteren ergab sich zu 21° 42′, ber. 21° 47¼′.

oR(0001) wurde nur einmal deutlich ausgebildet beobachtet, dagegen erscheint oft am Ende eine rauhe unebene Fläche, welche nahe horizontal ist.

Sehr häufig sind regelmässige Verwachsungen der Krystalle und zwar: 1) nach R(10$\bar{1}$1); da dessen Neigung zu oR(0001) = 47° 9′, so bilden die Hauptaxen zweier Individuen 94° 18′. Die Ausbildung ist eine derartige, dass an einen grossen Krystall nach den drei Flächen von R zahlreiche kleinere angewachsen sind, welche drei senkrechte Reihen bilden, oder dass in ein Individuum Zwillingslamellen eingelagert sind. — 2) Symmetrisch zu $\frac{1}{4}R$(10$\bar{1}$4), Verwachsungsebene die zu dieser Fläche und zur Polkante von $-\frac{1}{2}R$ senkrechte Ebene, d. i. die bei Rothgiltigerz schon lange bekannte Art der Verwachsung, bei welcher die Hauptaxen 26° 7′ bilden. Ausser dieser kommen aber auch Zwillingslamellen nach $\frac{1}{4}R$ und endlich solche senkrecht dazu vor.

Die Verwachsungsgesetze 1) und 2) finden sich auch zusammen, indem sich z. B. Lamellen nach R mit den auf $\frac{1}{4}R$ senkrechten kreuzen.

2. Pyrargyrit (dunkles Rothgiltigerz).

Die Krystalle dieses Minerals sind weniger glänzend, als die vorigen, daher zu genauen Messungen nicht geeignet; sie zeigen als vorherrschende Formen meist nur $R3$(2$\bar{3}$11), $-\frac{1}{2}R$(01$\bar{1}$2), $\infty P2$ (11$\bar{2}$0), ∞R (10$\bar{1}$0) trigonal. Die Polkanten von $-\frac{1}{2}R$ erscheinen ersetzt durch $\frac{1}{4}R$ (10$\bar{1}$4) oder sehr stumpfe, gestreifte und nicht messbare Skalenoëder. Die Flächen von $R3$ sind zuweilen übersät von kleinen Auswüchsen, welche sich an den scharfen Polkanten zu vorstehenden schmalen Wülsten zusammendrängen, während die Flächen von $\infty P2$ so vorspringen, dass über ihnen R mit einspringendem Winkel gegen $R3$ erscheint; die Flächen $R3$ sind also vertieft, wie bei Krystallgerippen. Manche Krystalle sind mit einer hellgrauen glanzlosen Hülle bedeckt, auf welcher sich in unregelmässiger Stellung Proustitkryställchen abgesetzt haben. Zwillinge kommen vor nach R. Ein Pyrargyritkrystall, dessen Farbe weniger dunkelroth war, welcher daher eine isomorphe Beimischung der Arsenverbindung erwarten liess, wurde analysirt und ergab:

		Atomverhältniss:	
Ag	60,53		0,560
Sb	18,47	0,151	0,202
As	3,80	0,051	
S	18,17		0,571
	100,97		

Spec. Gewicht 5,68.

*) Der Verf. lässt es unentschieden, ob das partielle Auftreten dieser Prismen einer Hemimorphie oder der trapezoëdrischen Tetartoëdrie zugeschrieben werden müsse. Es scheint Demselben also nicht bekannt zu sein, dass Rothgiltigerz hemimorph ist, obgleich diese Thatsache, welche durch Beobachtung beiderseits ausgebildeter Pyrargyritkrystalle ausser Zweifel gestellt ist, in den meisten Lehrbüchern angeführt wird. Von trapezoëdrischer Tetartoëdrie kann schon desshalb keine Rede sein, weil dann auch die Skalenoeder trapezoëdrisch erscheinen und die Krystalle circularpolarisirend sein müssten.
Der Ref.

3. Rittingerit (oder Feuerblende?).

Auf Pyrargyrit aufgewachsen fanden sich vereinzelt sehr kleine Kryställchen von hyazinthrother Farbe und einer dem Desmin ähnlichen rhombischen Form, deren Winkel eine fast vollständige Uebereinstimmung mit Rittingerit *) zeigen; bezogen auf die von Schrauf (Wien. Akad. 1872) gewählte Aufstellung des letzteren würden die Krystalle als tafelförmig nach $c = (001) oP$, welche Fläche Perlmutterglanz zeigt, und verlängert nach der Axe a (Klinodiagonale Schr.) zu bezeichnen sein; an der Seite treten auf $(010) \infty R\infty$ und häufig $d = (0.16.3) \frac{16}{3} R\infty$, vorn und hinten in völlig rhombischer Entwicklung die Pyramiden $P = p(111)$ und $\pi(\bar{1}11)$, und $\frac{16}{3} P = q(16.16.3)$ und $\varepsilon(\bar{1}\bar{6}.16.3)$, zu denen oft noch $\infty P = m(110)$ und $\frac{5}{9} P$, vielleicht Schrauf's $o(112)$ und $\omega(\bar{1}12)$, hinzutreten. Die Krystalle sind ebenso, wie Desmin, nach der vorherrschenden Fläche fächerförmig aufgeblättert, so dass (001) und (00$\bar{1}$) nicht parallel sind. Die Winkel, verglichen mit den von Schrauf am Rittingerit erhaltenen, sind:

		Streng:	Schrauf:
$m : m =$	$(110)(1\bar{1}0)$	$55^0\ 23\frac{1}{2}'$	$55^0\ 40'$
$\pi : c =$	$(11\bar{1})(00\bar{1})$	49 7	48 52
$\varepsilon : c =$	$(16.16.\bar{3})(00\bar{1})$	81 —	81 6
$d : c =$	$(0.16.3)(001)$	69 40	70 $32\frac{1}{2}$
	$(559)(111)$	16 14	($\omega : \pi =$ 19 12)

Gegen die Bestimmung als Rittingerit würde der durch das Löthrohr nachgewiesene Gehalt an Schwefel sprechen, der nach Schrauf im Rittingerit nicht vorkommt. Zu bemerken ist ferner, dass für die am besten messbare Pyramide (111) oben und unten fast gleiche Winkel gefunden wurden, während Schrauf hierbei im Mittel einen Unterschied von $33\frac{1}{2}'$ beobachtete und darauf hin die Krystalle als monosymmetrisch auffasste. Die vom Verf. nachgewiesene Thatsache, dass die Auslöschungsrichtung der Krystalle parallel deren Längsrichtung ist, giebt keine Entscheidung, so dass der Verf. die eigentliche Natur dieser kleinen Kryställchen, in denen er wegen Mangel an Material nur S und Ag nachweisen konnte, für noch unbestimmt hält.

4. Magnetkies.

Dieser fand sich auf einer Stufe neben Proustit in kleinen Krystallen von der Form**): $\infty P(10\bar{1}0)$, $P(10\bar{1}1)$; dieselben ergaben: $(10\bar{1}0)(10\bar{1}1) = 61^0$, $(10\bar{1}1)(01\bar{1}1) = 28\frac{1}{2}^0$, d. h. übereinstimmend mit den Winkeln des Silberkieses. Das Mineral erwies sich jedoch als frei von Ag.

(Ein Magnetkieskrystall von Kongsberg, welchen der Verf. der Messung unterzog, zeigte eine steilere Pyramide $4P(40\bar{4}1)$ und ergab: $(40\bar{4}1)(10\bar{1}0) = 24^0\ 4'$).

Ref.: P. Groth.

---

*) In dem ersten Aufsatze hatte der Verf. das Mineral als Feuerblende beschrieben, mit welcher in der That das Prisma übereinstimmt, während die anderen Winkel zum Theil nicht damit in Einklang zu bringen sind; durch eine im zweiten Aufsatz mitgetheilte Zuschrift des Herrn Schrauf war der Verf. alsdann auf jene Uebereinstimmung mit Rittingerit aufmerksam gemacht worden und führte dieselbe a. a. O. weiter aus.

) hexagonal; s. diese Zeitschr. **3, 97 oben.

7. **O. Lüdecke** (in Halle): **Krystallformen der Methylammoniumplatinchloride** (aus »Krystallographische Beobachtungen«, Habilitationsschrift, Halle 1878, S. 1—21).

1. Monomethylaminplatinchlorid.
$(NH^3 . CH^3)^2 Pt Cl^6$.
Dargestellt und analysirt von E. Schmidt.

Krystallsystem hexagonal rhomboëdrisch.

$a : c = 1 : 1,5652$.

Dünne Tafeln nach $oR(0001)$, begrenzt von $R(10\bar{1}1)$ und $-2R(02\bar{2}1)$, oder die einem regulären Oktaëder nicht unähnliche Combination oR, $-2R$ in ungefähr gleicher Grösse, oder tafelförmige Zwillinge nach oR, an welchen R und $-2R$ ringsum einspringende Winkel bilden; an einem aus Coffein dargestellten Präparate wurden bei langsamem Verdunsten der wässrigen Lösung auch einfache Rhomboëder $-2R$ erhalten.

		Beobachtet:	Berechnet:
R Polkante	$= (10\bar{1}1)(\bar{1}101) =$	*81° 27,7 Mitt.	—
$-2R$ -	$= (02\bar{2}1)(2\bar{2}01) =$	112 56 -	113° 10′
$R : -2R$	$= (10\bar{1}1)(02\bar{2}1) =$	56 29 -	56 35
$oR : -2R$	$= (0001)(02\bar{2}1) =$	60 50 approx.	61 6

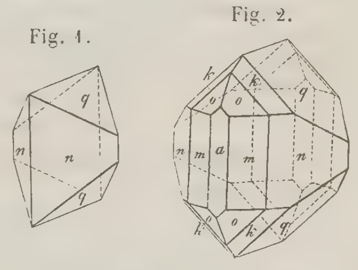
Spaltbar nach $oR(0001)$. Härte 1—2.
Doppelbrechung +.

2. Dimethylaminplatinchlorid.
$(NH^2 . CH^3 . CH^3)^2 Pt Cl^6$.
Dargestellt von H. Gätzschmann nach den Angaben von Baeyer und Caro (aus Nitrosodimethylanilin).

Krystallsystem rhombisch.

$a : b : c = 0,9930 : 1 : 0,9770$.

Beobachtete Formen*): $o = (111) P$, $k = (122) \breve{P} 2$, $q = (011) \breve{P}\infty$, $m = (110) \infty P$, $n = (120) \infty \breve{P} 2$, $a = (100) \infty \bar{P} \infty$. Die Lösung lieferte anfangs, wahrscheinlich bei schnellerer Ausscheidung, die einfachen Formen Figur 1, häufig noch mit sehr kleinen Flächen von k, später entstanden grössere flächenreiche Krystalle von der Form der Fig. 2, endlich aus den letzten Mutterlaugen Combinationen von k, o und q, an welchen vier Flächen der Pyramide k so gross ausgebildet waren, dass hiernach die Krystalle prismatisch erschienen**).



Es waren, wie aus den sehr ausführlich mitgetheilten Einzelresultaten des Verf.'s hervorgeht, recht genaue Messungen möglich.

*) Die Naumann'schen Zeichen des Verf.'s sind zum Theil unrichtig, da bei der von ihm gewählten (auch oben beibehaltenen) Grundform die Axe, welche er Brachydiagonale nennt, länger ist, als seine Makrodiagonale. Da ausserdem die vom Verf. beigegebenen Figuren so viele Zeichnenfehler enthalten, dass es unmöglich ist, sie weiter zu berücksichtigen, so wurden die obigen Figuren vom Ref. neu, und zwar in der üblichen Stellung rhombischer Krystalle, gezeichnet.

**) Der Autor sagt: »je verdünnter die Lösung wurde, desto grösser wurden die

	Beobachtet:	Berechnet:
$m : m = (110)(1\bar{1}0) =$	—	$89^0\ 36'$
$n : n = (120)(\bar{1}20) =$	$*53^0\ 27'$ Mitt.	—
$q : q = (011)(0\bar{1}1) =$	*88 40 -	—
$q : m = (011)(110) =$	60 31	60 30
$q : n = (011)(120) =$	51 23 -	51 23
$o : o = (111)(1\bar{1}1) =$	—	69 $43\frac{1}{2}$
$o : o = (111)(\bar{1}11) =$	70 $23\frac{1}{2}$	70 16
$o : m = (111)(110) =$	35 $49\frac{1}{2}$ -	35 $48\frac{1}{2}$
$k : k = (122)(1\bar{2}2) =$	82 30 -	82 29
$k : k = (122)(\bar{1}22) =$	38 43	38 $45\frac{1}{2}$
$k : k = (122)(12\bar{2}) =$	—	84 $52\frac{1}{2}$
$o : n = (111)(120) =$	39 $44\frac{1}{2}$ -	39 43
$m : n = (110)(120) =$	18 29 -	18 $28\frac{1}{2}$

Vollkommen spaltbar nach $\infty\breve{P}2(120)$.

3. Trimethylaminplatinchlorid.

$(NH . CH^3 . CH^3 . CH^3)^2 Pt Cl^6$.

Dargestellt von E. Schmidt.

Krystallsystem regulär.
Combinationen von $(111)O$ mit $(100)\infty O\infty$.

4. Tetramethylammoniumplatinchlorid.

$(N . CH^3 . CH^3 . CH^3 . CH^3)^2 Pt Cl^6$.

Dargestellt von E. Schmidt.

Krystallsystem regulär.
$(111)O$, tafelförmig nach einem Flächenpaar, auf welchem eigenthümliche, halbmondförmige Höhlungen erscheinen, die ihre offene Seite der Mitte des Täfelchens zukehren.

— —

Vergleicht man diese vier Salze mit den entsprechenden, von H. Topsöe untersuchten Aethylverbindungen, so zeigen sich folgende Unterschiede:

Monomethyl- und Monoäthyl-Ammoniumplatinchlorid sind beide hexagonal, haben gleichen krystallographischen Habitus und gleiche Spaltbarkeit, aber verschiedenen Werth der Hauptaxe:

Methylverbindung: $a : c = 1 : 1,5652$
Aethylverbindung: $= 1 : 1,1965$

Das Diäthylaminplatinchlorid ist monosymmetrisch mit folgendem Axenverhältniss:

$$a : b : c = 0,7672 : 1 : 0.9362;$$
$$\beta = 85^0\ 31\tfrac{1}{2}'.$$

Das Dimethylaminplatinchlorid nach Obigem rhombisch mit einer Grundform, welche dem regulären Oktaëder sehr nahe steht:

$$a : b : c = 0,9930 : 1 : 0,9770.$$

Pyramidenflächen. Nur die grösseren Krystalle, also diejenigen, welche sich zuletzt in sehr verdünnter ! Mutterlauge gebildet hatten, zeigen die Pyramide P und das Brachypinakoid $\infty\breve{P}\infty$« muss heissen: Makropinakoid $\infty\bar{P}\infty$. Dies ist ein Satz, der wohl spätestens bei der Correctur hätte beseitigt werden müssen.
Der Ref.

Die Triäthylverbindung ist nach Topsöe ebenfalls monosymmetrisch mit dem Axenverhältniss:

$$a : b : c = 0,6676 : 1 : 0,8455,$$
$$\beta = 84^0\ 29$$

während die Methylverbindung regulär ist.

Das Teträthylammoniumplatinchlorid ist von Topsöe nicht untersucht worden.

Ref.: P. Groth.

8. **C. A. Tenne** (in Göttingen): **Krystallographische Untersuchung einiger organischer Verbindungen** (Inaug.-Dissert. Göttingen 1878)*).

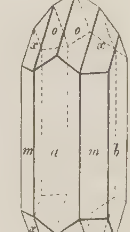
Dibenzhydroxamsäureäthylester.

$$NO \begin{cases} CO\,C^6H^5 \\ CO\,C^6H^5 \\ C^2H^5 \end{cases}$$

Dargest. v. O. Gürke (über einige benzoyl- und äthylhaltige Derivate des Hydroxylamins, Inaug.-Dissert. d. Univ. Göttingen, Königsberg 1879).

Diesen Körper erhielt O. Gürke in zwei Modificationen, α und β, von denen die erstere, aus der Lösung in einem Gemisch von Aether und Petroleumäther, als Hauptprodukt auskrystallisirte, während sich die Krystalle der β-Modification aus den Mutterlaugen neben dem noch gleichzeitig sich ausscheidenden α-Ester bildeten, von letzterem durch Auslesen getrennt und durch Umkrystallisiren gereinigt wurden. Der Schmelzpunkt der α-Modification ist 58^0, der β-Modification 63^0, das spec. Gewicht der ersteren 1,2433, der letzteren 1,2395 bei $18^0,4$; β-Dibenzhydroxamsäureäthylester ist noch leichter in Alkohol und Aether löslich als α, wie dieser unlöslich in Petroleumäther und Wasser.

Fig. 1.



Eine Umwandlung der einen Modification in die andere gelang nicht, selbst nicht durch längeres Erwärmen bei der Schmelztemperatur oder durch Erhitzen bis nahe an die Zersetzungstemperatur und Erkaltenlassen unter Zufügung einer kleinen Menge der anderen Modification. Trotzdem muss man annehmen, dass beide nur physikalisch isomer seien, da sie genau die gleichen Zersetzungsprodukte beim Erhitzen liefern (die β-Mod. leistete hierbei der Zersetzung etwas grösseren Widerstand).

α-Modification.

Krystallsystem rhombisch.

$$a : b : c = 0,6970 : 1 : 0,5911$$

Beobachtete Formen: $a = (100)\infty\bar{P}\infty$, $b = (010)\infty\breve{P}\infty$, $m = (120)\infty\breve{P}2$, $o = (111)P$, $x = (121)2\breve{P}2$. Die wasserhellen Krystalle sind prismatisch entwickelt (s. Fig. 1) mit vorherrschendem b und gaben gute Reflexe.

*) Der Verf. hat es nicht für nöthig gehalten, die chemische Zusammensetzung der von ihm untersuchten Körper in seiner Arbeit anzuführen. Durch die Gefälligkeit des Herrn Lossen, in dessen Laboratorium dieselben (mit Ausnahme der letzten) dargestellt waren, wurde es dem Ref. möglich, sich die unentbehrlichen Angaben über die Zusammensetzung und die merkwürdigen gegenseitigen Beziehungen der beschriebenen Substanzen zu verschaffen. Alles hierüber im Text Mitgetheilte ist der oben cit. Dissert. des Herrn Gürke, welche Dieser freundlichst an den Ref. einsandte, entnommen.

P. Groth.

		Beobachtet:	Berechnet:
$o : o$	$= (111)(1\bar{1}1) =$	$^*48^0\ 32'$	—
$o : o$	$= (111)(\bar{1}11)$	$^*72\ \ 16$	—
$o : o$	$= (111)(11\bar{1})$	—	$88^0\ \ 6'$
$o : x$	$= (111)(121)$	17 50	$17\ \ 46\frac{1}{2}$
$x : x$	$= (121)(1\bar{2}1)$	84 4	$84\ \ 4\frac{1}{2}$
$x : x$	$= (121)(\bar{1}21)$	57 26	57 25
$x : m$	$= (121)(120)$	34 30	34 30
$p : p$	$= (120)(1\bar{2}0)$	108 42	$108\ \ 41\frac{1}{2}$

(Eine auf hohe Temperatur erhitzte Quantität der Substanz ergab beim Umkrystallisiren dünne gelbliche Prismen mit den in Figur 2 dargestellten Formen $m = (110)$, $b = (010)$ und $q = (032)\frac{3}{2}\breve{P}\infty$, von denen letztere indess keine genaue Bestimmung gestattete. Optisch waren die Krystalle mit den gewöhnlichen der α-Modification identisch.)

Fig. 2.

Optische Axenebene $(001)oP$, b erste Mittellinie. Axenwinkel in Oel:

$$2H_a = 72^0\ 50' \text{ für } Li$$
$$69\ \ 46 \ \ - \ \ Na$$
$$66\ \ 32 \ \ - \ \ Tl$$

Doppelbrechung stark, negativ.

Fig. 3.

β-Modification.

Krystallsystem asymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}5562 : 1 : 0{,}7137$$

$A = 119^0\ 24\frac{1}{2}'$	$\alpha = 118^0\ 25'$
$B = 104\ \ 52$	$\beta = 102\ \ 37$
$C = 97\ \ 58$	$\gamma = 90\ \ 51\frac{1}{2}$

Tafelförmige wasserhelle Krystalle (Fig. 3) mit den Flächen $a = (100)\infty\bar{P}\infty$, $b = (010)\infty\breve{P}\infty$, $c = (001)oP$, $p = (1\bar{2}0)\infty{}'\breve{P}2$, $r = (\bar{1}01),\bar{P},\infty$, $q = (0\bar{2}1)2\,{}'\breve{P},\infty$.

		Beobachtet:		Berechnet:
$a : b$	$= (100)(010) =$	$^*82^0\ \ 2'$		—
$a : c$	$= (100)(001)$	$^*75\ \ 8$		—
$b : c$	$= (010)(001)$	$^*60\ \ 35\frac{1}{2}$		—
$a : p$	$= (100)(1\bar{2}0)$	$^*55\ \ 51\frac{1}{2}$		—
$a : r$	$= (100)(10\bar{1})$	$^*47\ \ 56\frac{1}{2}$		—
$b : r$	$= (010)(10\bar{1})$	—		$75^0\ \ 6\frac{1}{2}'$
$p : r$	$= (1\bar{2}0)(10\bar{1})$	48 7		$48\ \ 3\frac{1}{2}$
$p : c$	$= (1\bar{2}0)(00\bar{1})$	76 14		$76\ \ 18\frac{1}{2}$
$q : c$	$= (0\bar{2}1)(001)$	74 52	approx.	$75\ \ 24\frac{1}{2}$
$q : a$	$= (0\bar{2}1)(001)$	—		92 54
$q : p$	$= (0\bar{2}1)(1\bar{2}0)$	50 38	-	50 33
$q : r$	$= (0\bar{2}1)(\bar{1}01)$	64 53	-	65 16

Spaltbarkeit nach $a(100)$ und $b(010)$.

Die zweite Mittellinie der optischen Axen steht nahezu senkrecht auf $a(100)$, die erste nahe normal zu $b(010)$. Eine Spaltungsplatte nach letzterer Fläche er-

gab die Neigung der, der Axenebene entsprechenden Schwingungsrichtung mit der Verticalaxe im spitzen Axenwinkel α

für *Li*	=	44^0 35′
- *Na*		36 0
- *Tl*		28 0

Für blaues Licht bildet diese Richtung 3^0 40′ im stumpfen Winkel α, so dass die Dispersion der Axenebenen zwischen Roth und Blau ungefähr 47—48^0 beträgt. Eine solche Platte erscheint daher, wie dies schon früher vom Bijodparanitrophenol bekannt war, zwischen gekreuzten Nicols stets farbig. Neben dieser starken gekreuzten Dispersion wurde eine geneigte beobachtet, deren scheinbare Grösse in Luft zwischen Roth und Blau circa 4^0 20′ beträgt. Die Grösse des Axenwinkels besitzt für *Tl* ein Minimum, wie die Messungen an vier Platten zeigten:

$2E =$	19^0 50′	bis	20^0 18′	für *Li*
	18 20	-	18 46	- *Na*
	17 56	-	18 28	- *Tl*
	24	-	25	- blaues Licht.

Bei höherer Temperatur wird der Axenwinkel grösser. Doppelbrechung negativ.

Aethylbenzhydroxamsäure.

Aus der α-Modification der vorigen Substanz wurde mittelst Zersetzung durch Kali Aethylbenzhydroxamsäure erhalten in farblosen Krystallen vom Schmelzpunkt $53\frac{1}{2}^0$, aus dem β-Dibenzhydroxamsäureäthylester dagegen eine zweite Modification, β-Aethylbenzhydroxamsäure, in grossen, ebenfalls farblosen Krystallen vom Schmelzpunkt $67\frac{1}{2}$—68^0. Bei der Darstellung der letzteren musste stärkere Kalilauge angewendet werden, als im ersteren Falle. Werden beide Modificationen des Esters zusammen der Zersetzung unterworfen, so bilden sich α- und β-Aethylbenzhydroxamsäure neben einander, entsprechend der angewendeten Mischung. Die beiden Modificationen wurden aus Aether umkrystallisirt und zeigen, wie bereits O. Gürke durch approximative Messungen erkannte, eine sehr ähnliche Krystallform. β ist leichter in grossen Krystallen zu erhalten und löst sich weit schwerer in Alkalien, als α; specifisches Gewicht der α-Modification 1,207—1,210, der β-Modification 1,184—1,187. Die Produkte der Zersetzung durch HCl und durch Erhitzen sind bei beiden Modificationen dieselben.

Auch hier war die Ueberführung der einen Form in die andere nicht möglich, selbst eine Mischung derselben gab, geschmolzen und dann mit Alkali und Aether getrennt, beide im vorigen Mengenverhältniss wieder. Führt man das Benzoylradical wieder in das Molekül ein, so erhält man aus beiden Modificationen den β-Dibenzhydroxamsäureäthylester; hierdurch ist also ein indirecter Weg (durch Einführen und Wiederabspalten von Benzoyl oder umgekehrt) gegeben, von den α- zu den β-Modificationen zu gelangen, aber nicht von diesen zu jenen.

Die beschriebenen Fälle würden eine Erweiterung des Begriffs der physikalischen Isomerie erfordern: »wir haben als physikalisch isomer auch solche Körper zu betrachten, welche bei chemischen Umsetzungen zwar nicht identische, aber selbst wieder physikalisch isomere Produkte liefern« (O. Gürke a. a. O. S. 75).

α-Modification.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,4902 : 1 : 1,5302$$
$$\beta = 85^0\ 16'.$$

Beobachtete Formen*: $c = (001)\ oP$, $a = (100)\ \infty P\infty$, $x = (\bar{1}01)\ P\infty$, $y = (101) - P\infty$, $o = (121) - 2P2$, $q = (011)\ P\infty$, $k = (\bar{1}23)\ \frac{2}{3}P2$. Die

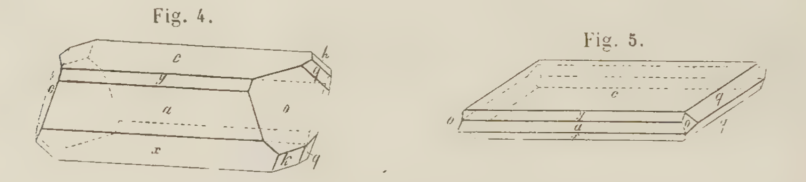


Fig. 4. Fig. 5.

Krystalle sind nach der Orthodiagonale verlängert und entweder von der in Fig. 4 dargestellten Ausbildung oder nach c tafelförmig (Fig. 5).

		Beobachtet:	Berechnet:
$a : c =$	$(100)(001) =$	$*85^0\ 16'$	—
$c : q =$	$(001)(011)$	$*56\ \ 44\frac{3}{4}$	—
$a : x =$	$(100)(10\bar{1})$	$*46\ \ 32\frac{1}{2}$	—
$a : y =$	$(100)(101)$	41 55	$41^0\ 56'$
$o : c =$	$(121)(001)$	71 23	71 22
$o : a =$	$(121)(100)$	71 1	$70\ \ 55\frac{1}{2}$
$o : y =$	$(121)(101)$	63 58	$63\ \ 56\frac{1}{2}$
$o : q =$	$(121)(011)$	22 12	$22\ \ 6\frac{1}{2}$
$o : o =$	$(121)(\bar{1}2\bar{1})$	52 10	52 7
$k : c =$	$(\bar{1}23)(001)$	47 50	47 49
$k : a =$	$(\bar{1}23)(\bar{1}00)$	—	$79\ \ 39\frac{1}{2}$
$k : x =$	$(\bar{1}23)(\bar{1}01)$	51 33	$51\ \ 26\frac{1}{2}$
$k : q =$	$(\bar{1}23)(011)$	17 12	17 7
$q : a =$	$(011)(100)$	87 25	$87\ \ 24\frac{1}{2}$
$q : y =$	$(011)(101)$	—	$66\ \ 29\frac{1}{2}$

Undeutliche Spaltbarkeit nach $x(\bar{1}01)$.

Optische Axenebene ∥ Symmetrieebene, durch a (100) und c (001) je eine Axe sichtbar; eine Mittellinie (negativ) nahe senkrecht zu $x(\bar{1}01)$; deutliche geneigte Dispersion; Doppelbrechung stark.

$2H =$	$117^0\ 20'$	für	Li
	117 0	-	Na
	116 30	-	Tl
	116 0	-	Blau (Cu-Am-Lös.).

* Obgleich der Verf. in einer Anmerkung angiebt, dass er die Miller'schen Indices auf a = vorn, b = seitlich, c = oben bezöge, schreibt er sie auf derselben (!) Seite falsch; denn da in seinen Figuren Axe b nach vorn gekehrt ist, müsste das Klinodoma (101) werden u. s. w. Diese Verwirrung ist hier durch Herstellung neuer Figuren (in der üblichen Stellung: a nach vorn) beseitigt worden. Der Ref.

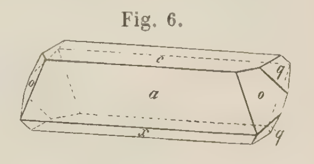
β-Modification.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,2367 : 1 : 1,3965$$
$$\beta = 85^0\, 39\tfrac{1}{2}'.$$

Beobachtete Formen: $c = (001)oP$, $a = (100)\infty P\infty$, $x = (\bar{1}01)P\infty$, $y = (101) - P\infty$, $o = (121) - 2P2$, $q = (011)P\infty$, $k = (\bar{1}23)\frac{2}{3}P2$. Die Krystalle (Fig. 6) haben genau dieselbe Ausbildung, wie die der α-Modification, und ihre Flächen die gleiche Beschaffenheit; nur wurde die tafelförmige Ausbildung (Fig. 5) hier weniger häufig beobachtet, dafür aber zuweilen eine nach $a(100)$ tafelartige.

Fig. 6.



	Beobachtet:	Berechnet:
$a : c = (100)(001) =$	$^*85^0\ 39\frac{1}{2}'$	—
$c : q = (001)(011)$	$^*54\ \ 19$	—
$a : x = (100)(10\bar{1})$	$43\ \ 25\frac{1}{2}$	—
$a : y = (100)(101)$	—	$39^0\ 36\frac{1}{2}'$
$o : c = (121)(001)$	70 9	70 8
$o : a = (121)(100)$	67 48	67 50
$o : y = (121)(101)$	—	60 41*)
$o : o = (121)(\bar{1}2\bar{1})$	58 39	58 38
$k : c = (\bar{1}23)(001)$	—	45 52
$k : a = (\bar{1}23)(\bar{1}00)$	—	77 33
$k : x = (\bar{1}23)(\bar{1}01)$	49 35	49 37
$q : a = (011)(100)$	87 30	$87\ \ 28\frac{1}{2}$

Spaltbar nach $x(\bar{1}01)$ gleich der α-Modification.

Optische Axenebene die Symmetrieebene und je eine Axe durch $a(100)$ und $c(001)$ sichtbar, wie bei der α-Modification; ebenso, wie dort, ist eine Mittellinie von negativem Charakter annähernd senkrecht zu $x(\bar{1}01)$, aber der Axenwinkel ist bedeutend kleiner.

$2H = 72^0\ 40'$ für *Li*
72 21 - *Na*
71 48 - *Tl*
70 45 - Blau

Starke Doppelbrechung und deutlich geneigte Dispersion, wie bei der ersten Modification.

Toluolparasulfosäureparatoluidid.

$$C^6H^4 \begin{cases} CH^3 \\ SO^2 . NH . {}^pC^6H^4 . CH^3 \end{cases}$$

Stellung 1. 4. Schmelzpunkt 118—119⁰.

Dargestellt von Müller, s. Ber. d. d. chem. Ges. 1879, **12**, 1348.

Krystallsystem asymmetrisch.

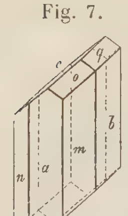
$$a : b : c = 0,9620 : 1 : 1,0827^{**}.$$

---

*) In der Tabelle des Verfassers sind die Winkel vielfach mit einander verwechselt, z. B. $q : x$ und $k : x$, $o : y$ und $q : y$.

**) Der Verf. schreibt: $\breve{a} : b = 1,03956 : 1$ (!). Natürlich sind alle seine Naumann-

Fig. 7.



$$A = 47^0\ 50\tfrac{1}{2}' \qquad \alpha = 49^0\ 5\tfrac{1}{2}'$$
$$B = 105\ \ 12\tfrac{1}{2} \qquad \beta = 100\ \ 19\tfrac{1}{2}$$
$$C = 78\ \ 39 \qquad \gamma = 88\ \ 20\tfrac{1}{2}$$

Beobachtete Formen (siehe Fig. 7): $a = (100)\infty\bar{P}\infty$, $b = (010)\infty\breve{P}\infty$, $c = (001)oP$, $m = (110)\infty P'_{,}$, $n = (1\bar{1}0)\infty' _{,}P$, $o = (111)P'$, $q = (011),\breve{P}'\infty$, $\omega = (\bar{1}11),P$. Die Flächen m und o waren stets gerundet.

	Beobachtet:	Berechnet:
$c : b' = (001)(0\bar{1}0) =$	$*47^0\ 50\frac{1}{2}'$	—
$c : a = (001)(100)$	$*74\ \ 47\frac{1}{2}$	—
$a : b = (100)(010)$	$*101\ \ 21$	—
$c : q = (001)(011)$	$*77\ \ 4$	—
$a : n = (100)(1\bar{1}0)$	$*44\ \ 34$	—
$c : n = (001)(1\bar{1}0)$	50 52	$50^0\ 55\frac{1}{2}'$
$a : m = (100)(110)$	58 — approx.	$58\ \ 27\frac{1}{2}$
$c : m = (001)(110)$	113 30	$113\ \ 39\frac{1}{2}$
$o : c = (111)(001)$	—	$67\ \ 36\frac{1}{2}$
$o : a = (111)(100)$	—	$56\ \ 15\frac{1}{2}$

[Für die Form ω können keine Zahlen angegeben werden, da die vom Verf. mitgetheilten einander derart widersprechen, dass hierbei ein Irrthum untergelaufen sein muss.]

Durch $a(100)$ eine optische Axe am Rande des Gesichtsfeldes sichtbar. Starke Doppelbrechung.

Ref.: P. Groth.

9. O. Mügge (in Göttingen): **Krystallographische Untersuchung einiger organischer Verbindungen** (Inaug.-Dissert. d. Univ. Göttingen, Hannover 1879).

Paranitrobenzoësaures Magnesium.

$(C^6H^4 . NO^2 . COO)^2 Mg + 7 H^2O$ *).

Krystalle von Herrn Ladenburg dargestellt.

Krystallsystem asymmetrisch.

---

schen Zeichen falsch. Es ist daher hier die Stellung der Krystalle so geändert, dass die Makrodiagonale (d. h. diejenige, welche länger ist, als die Brachydiagonale) von links nach rechts geht.

*) Diese zuerst von Wilbrand und Beilstein (Ann. d. Chem. u. Pharm. **128**, 261) dargestellte Verbindung ist noch nicht analysirt worden. Trotzdem also der Wassergehalt derselben unbekannt war, der Verf. somit gar nicht wusste, ob die von ihm untersuchte Substanz dieselbe Formel besitzt, wie das Baryumsalz ($(C^6H^4 . NO^2 . COO)^2 Ba + 5$ aq, s. diese Zeitschr. **1**, 390, 506), so hat er doch versucht, eine Aehnlichkeit der Grunddimensionen beider Salze herauszufinden, wie leicht begreiflich, mit negativem Erfolge. Da die krystallographische Untersuchung des Verfassers ohne Kenntniss der chemischen Formel gänzlich werthlos ist, wandte sich der Ref. an Herrn Ladenburg in Kiel, von welchem die Krystalle herrührten, und dieser sandte freundlichst ein zur Analyse genügendes Material. Die chemische Untersuchung, welche Herr Grünling im min. Inst. zu Strassburg ausführte, ergab:

	gefunden:		berechnet:
Mg	6,47	6,62	6,74% der wasserfreien Substanz
H^2O	26,58	26,40	26,14 - - - -

Der Ref.

$$a : b : c = 0,6156 : 1 : 1,1946\text{*)}.$$

Fig. 1.

$A = 121^0\ 49'$		$\alpha = 121^0\ 21'$	
$B = \ \ 98\ \ 39$		$\beta = \ \ 96\ \ 29\frac{1}{2}$	
$C = \ \ 95\ \ 58\frac{1}{2}$		$\gamma = \ \ 91\ \ 41\frac{1}{2}$	

Beobachtete Formen (Figur 1): $a = (100)\infty\bar{P}\infty$, $b = (010)\infty\breve{P}\infty$, $c = (001)oP$, $r = (101)'\bar{P}'\infty$, $v = (0\bar{1}1)\ '\breve{P},\infty$, $q = (021)2,\breve{P}'\infty$. Die blass grünlich gelben, sehr glänzenden Krystalle zeigen stets alle genannten Flächen, manchmal v recht gross; a ist parallel der Kante $a:r$ gestreift.

	Beobachtet:	Berechnet:
$a : b = (100)(010) =$	$*84^0\ 1\frac{1}{2}'$	—
$a : c = (100)(001)$	$*81\ \ 21$	—
$b : c = (010)(001)$	$*58\ \ 10\frac{3}{4}$	—
$v : b = (01\bar{1})(010)$	$*52\ \ \ 9\frac{1}{4}$	—
$r : a = (101)(100)$	$*28\ \ 38\frac{3}{4}$	—
$q : b = (021)(010)$	$16\ \ 20\frac{1}{2}$	$16^0\ 19'$
$r : b = (101)(010)$	$70\ \ 15\frac{1}{4}$	$70\ \ \ 9\frac{1}{2}$
$q : a = (021)(100)$	$82\ \ 23\frac{3}{4}$	$82\ \ 26\frac{1}{2}$
$v : a = (01\bar{1})(100)$	$91\ \ 29\frac{1}{4}$	$91\ \ 25\frac{1}{2}$
$r : q = (101)(021)$	62 2 approx.	$62\ \ \ 9\frac{1}{4}$
$r : v' = (101)(0\bar{1}1)$	$79\ \ \ 4\frac{1}{4}$	79 8

Spaltbar vollkommen nach $a(100)$.

Platten nach dieser Fläche zeigen in Oel beide Axen, deren Winkel (wegen der schiefen Lage der Mittellinie zur Platte vom eigentlichen Axenwinkel verschieden) gemessen wurde zu $67^0\ 45'$ für *Li*, $70^0\ 28'$ für *Na*, $71^0\ 54'$ für *Tl*. Starke Doppelbrechung, negativ.

[Zusatz des Ref.: Die der optischen Axenebene entsprechende Schwingungsrichtung einer Spaltungsplatte liegt im spitzen Winkel der Kanten $a:b$ und $a:c$ und bildet mit ersterer circa 10^0; orientirt man eine Spaltungsplatte so, wie Fig. 1, so sieht man, dass die Axenebene nahe senkrecht steht (Abweichung circa 10^0) und circa 70^0 nach links geneigt ist, d. h. im spitzen Winkel ab liegt; es erscheint nämlich eine Axe links unten von der Mitte, und der Centralpunkt des Lemniskatensystems links oben am Rande des Gesichtsfeldes.]

Anissäure.

$C^6H^4 . OCH^3 . COOH$. Stellung 1. 4.

Dargestellt von W. Lossen.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,5497 : 1 : 0,3645$$
$$\beta = 81^0\ 34'.$$

---

*) Der Verf. schreibt: $\breve{a} : \bar{b} = 1,6258 : 1$, bei ihm heisst also, wie bei Herrn Tenne (s. S. 231), die kurze Diagonale der Basis Makro-, die lange Brachydiagonale. Wie a. a. O., so sind auch hier die Orientirung und die falschen Naumann'schen Zeichen des Verfassers vom Ref. richtig gestellt worden.

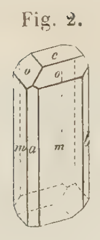


Fig. 2.

Beobachtete Formen (s. Fig. 2): $m = (110)\infty P$, $a = (100)\infty \bar{P}\infty$, $b = (010)\infty \breve{P}\infty$, $c = (001)oP$, $o = (111) - P$. Langprismatisch mit vorherrschendem m; a und b meist nur klein und gerundet.

	Beobachtet:	Berechnet:
$m : m = (110)(1\bar{1}0)$	$= {}^*113^0\ 46'$*)	—
$m : o = (110)(111)$	$^*63\quad 2\frac{1}{2}$	—
$o : c = (111)(001)$	$^*22\quad 22$	—
$o : o = (111)(1\bar{1}1)$	$37\quad 8$	$37^0\ 17\frac{1}{4}'$
$o : a = (111)(100)$	—	$70\quad 8\frac{1}{2}$

Keine deutliche Spaltbarkeit.

Optische Axenebene ‖ der Symmetrieebene; eine Mittellinie bildet mit der Verticalaxe 18^0 im stumpfen Winkel β; Axenwinkel circa 100^0 (Na). Deutliche geneigte Dispersion.

Toluolorthosulfiamid.

$C^6H^4 . CH^3 . SO^2NH^2$.

Stellung 1. 2. Schmelzpunkt 153—154⁰.

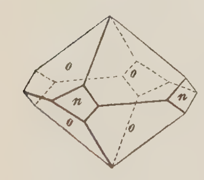
S. F. H. S. Müller, ein neuer Weg zur Darstellung der Toluolsulfisäure; Dissert. Göttingen 1878; s. a. Ber. d. d. chem. Ges. **12**, 1348.

Krystallsystem tetragonal, pyramidal hemiedrisch.

$a : c = 1 : 0,7666$.

Combinationen der Pyramide $o = (111)P$ mit dem Prisma $n = \pi(130)\frac{\infty P3}{2}$, Fig. 3.

Fig. 3.



	Beobachtet:	Berechnet:
$o : o = (111)(1\bar{1}1)$	$= {}^*62^0\ 38'$	—
$o : o = (111)(11\bar{1})$	$84\ 44—85^0\ 21'$	$85^0\ 22\frac{1}{2}'$
$n : o = (3\bar{1}0)(111)$	$70\quad 56$	$70\quad 48\frac{1}{2}$
$n : o' = (3\bar{1}0)(1\bar{1}1)$	$48\quad 48$	$48\quad 53\frac{1}{2}$

Keine deutliche Spaltbarkeit.

Doppelbrechung nicht sehr stark, positiv.

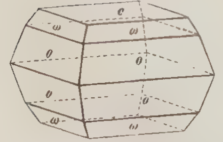
Phenolmetabrombenzoat.

(Phenyläther der Metabrombenzoësäure.)

$C^6H^4 . Br . COOC^6H^5$.

Stellung 1. 3. Schmelzpunkt 65⁰.

Fig. 4.



Krystallsystem rhombisch.

$a : b : c = 0,9279 : 1 : 2,5013$.

Dick tafelförmige oder kurz pyramidale Combinationen (Figur 4) von $c = (001)oP$, $o = (111)P$, $\omega = (112)\frac{1}{2}P$; selten dünn tafelförmig.

	Beobachtet:	Berechnet:
$o : c = (111)(001)$	$= {}^*74^0\ 47\frac{1}{4}'$	—
$o : o = (111)(\bar{1}11)$	$^*90\quad 2\frac{1}{2}$	—

*) Laurent giebt bereits an, dass A. aus Weingeist in schiefen rhombischen Prismen von 114⁰ krystallisire.

	Beobachtet:	Berechnet:
$o : o = (111)(1\bar{1}1)$	81° 54′	82° 2½′
$\omega : c = (112)(001)$	61 21	61 27½
$\omega : \omega = (112)(\bar{1}12)$	80 35 approx.	80 4½
$\omega : \omega = (112)(1\bar{1}2)$	73 26	73 17½

Keine deutliche Spaltbarkeit.

Optische Axenebene $(010)\infty\breve{P}\infty$, c erste Mittellinie, Doppelbrechung ziemlich stark, positiv.

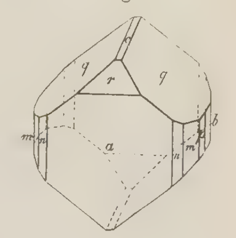
$2E = 40^0\ 38'$ für *Li*
41 4 - *Na*
42 50 - *Tl*

Parabromacetanilid.

$C^6H^4 . NHCOCH^3 . Br.$

Stellung 1. 4. Schmelzpunkt 166°. Krystalle aus Alkohol.

Dargestellt von G. Loges, Dissert. Göttingen 1878, S. 21. Fig. 5.



Krystallsystem monosymmetrisch.

$a : b : c = 1,5619 : 1 : 0,7221$
$\beta = 62^0\ 47'$.

Beobachtete Formen (s. Fig. 5): $a = (100)\infty P\infty$, $q = (011)R\infty$, $r = (201) - 2P\infty$, $c = (001)oP$, $n = (210)\infty P2$, $m = (110)\infty P$, $p = (120)\infty R2$, $b = (010)\infty R\infty$.

	Beobachtet:	Berechnet:
$a : r = (100)(201) =$	*32° 45½′	—
$a : q = (100)(011)$	*67 21¾	—
$r : q = (201)(011)$	*43 14	—
$a : c = (100)(001)$	62 59 approx.	62° 47′
$q : q = (011)(0\bar{1}1)$	65 23⅔	65 24⅔
$p : b = (120)(010)$	19 40 -	19 48
$m : b = (110)(010)$	35 42¼	35 45
$n : b = (210)(010)$	55 10	55 13¼
$r : n = (201)(210)$	46 20	46 18¾
$q : n = (011)(210)$	51 32 approx.	51 22
$q : m = (011)(110)$	48 30	48 26½
$q : p = (011)(120)$	—	50 18
$q : n' = (011)(\bar{2}10)$	90 32	90 27⅓
$q : m' = (011)(\bar{1}10)$	77 40—52′	77 40
$q : p' = (011)(\bar{1}20)$	—	67 47½

Vollkommene Spaltbarkeit nach $r(201)$.

Optische Axenebene $b(010)$, eine Mittellinie (negativ) bildet $54^3/_4{}^0$ mit Axe c im stumpfen Winkel β, steht also nahezu senkrecht auf $r(201)$; eine Spaltungsplatte nach dieser Fläche gab:

$2H = 110^0\ 0'$ für *Li*-Licht
110 55 - *Na* -
111 48 - *Tl* -

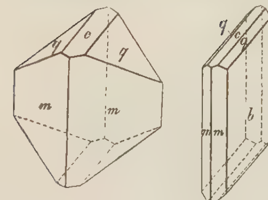
Doppelbrechung sehr stark.

Parabromorthobromacetanilid.

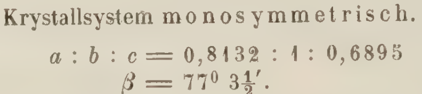
$C^6H^3 . NHCOCH^3 . Br . Br.$

Stellung 1. 2. 4. Schmelzpunkt 146⁰.

Dargestellt von G. Loges, Dissert. Göttingen 1878, S. 41.



Krystallsystem monosymmetrisch.



$a : b : c = 0{,}8132 : 1 : 0{,}6895$

$\beta = 77^0\ 3\frac{1}{2}'$.

Beobachtete Formen: $m = (110)\infty P$, $q = (011)\mathcal{R}\infty$, $c = (001)oP$, $b = (010)\infty\mathcal{R}\infty$. Die Krystalle sind entweder lang- oder kurzprismatisch (Fig. 6), oder tafelförmig nach $b(010)$, s. Fig. 7.

	Beobachtet:	Berechnet:
$m : m = (110)(1\bar{1}0) =$	$*76^0\ 47\frac{2}{3}'$	—
$q : q = (011)(0\bar{1}1)$	$*67\ \ 48$ *)	—
$m' : q = (\bar{1}10)(011)$	$*78\ \ 25\frac{1}{4}$	—
$m : q = (110)(011)$	60 22	$60^0\ 31\frac{1}{2}'$
$m : c = (110)(001)$	79 45	$79\ \ 53\frac{1}{2}$

Spaltbarkeit nach $c(001)$ deutlich.

Optische Axenebene senkrecht zur Symmetrieebene; auf einer Spaltungsplatte nach c traten beide Axen schief aus, ihr Winkel in Oel ergab sich zu $75^0\ 55'$ (Na), $77^0\ 30'$ (Tl). Doppelbrechung stark, negativ.

Ref.: P. Groth.

---

*) Die Winkelähnlichkeit der Klinodomenzone bei diesem und dem vorigen Körper scheint dem Verf. entgangen zu sein, sonst würde er diese am Bromacetanilid unter allen prismatischen Formen am meisten entwickelte Gestalt wohl zum verticalen Prisma genommen haben. Der Ref.

XXII. Ueber die Ausdehnung der Krystalle durch die Wärme.

Von

L. Fletcher in London.

Obgleich in den letzten 50 Jahren mehrfach Mathematiker und Krystallographen sich eingehend damit beschäftigt haben, zu erforschen, in welcher Weise die Aenderungen der Gestalt eines Krystalls unter dem Einflusse der Wärme vor sich gehen, so kann doch unsere Kenntniss dieses Gegenstandes nicht gerade als völlig befriedigend angesehen werden. Mitscherlich war der Erste, welcher die Aenderung der Krystallwinkel mit der Temperatur nachwies*) und aus derselben schloss, dass sie von den Axen des Krystalls abhängig sei. Nach ihm wurde diese Frage zuerst wieder aufgenommen von F. E. Neumann**); dieser stützte sich auf die aus den optischen Beobachtungen abgeleitete Annahme, dass der Lichtäther in jedem Krystalle symmetrisch sei zu drei auf einander senkrechten Ebenen, und auf die weitere, dass diese Symmetrie des Aethers die Folge einer gleichen Symmetrie in der Lagerung der Krystallmoleküle sei, und schloss daraus, dass die Materie des Krystalls selbst symmetrisch sei zu jenen drei Ebenen, und dass deren Normalen bei einer Aenderung der Temperatur unveränderlich dieselben Richtungen beibehalten müssten. Auf diese letzteren Linien wandte er den Namen »thermische Axen« an und gab die Formeln, mit deren Hülfe man die Lage derselben in einem schiefaxigen Krystall aus goniometrischen Messungen, welche bei irgend zwei verschiedenen Temperaturen angestellt sind, berechnen kann. Indem er für den Gyps die von Mitscherlich gewonnenen Daten benutzte, fand er, dass innerhalb der Fehlergrenze der Messungen die »thermischen Axen« in der That zusammenfielen mit den Axen der optischen Elasticität, und zog hieraus den Schluss, dass für alle Krystalle in Wirklichkeit rechtwinklige morphologische Axen existirten. Wäre dieser Schluss richtig, so würde daraus als

*) Poggendorff's Annalen 1824, **1**, 125 und 1827, **10**, 137.
) Ebenda, 1833, **27, 240.

wahrscheinlich zu folgern sein, dass das monokline und das trikline Krystallsystem nur hemiëdrische Ausbildungen des rhombischen seien.

Ungefähr um die Zeit des Erscheinens dieser Arbeit entdeckten Herschel und Nörremberg die gekreuzte Dispersion des Borax, eine Erscheinung, welche mit der Annahme Neumann's, dass der Lichtäther und also auch die Materie eines jeden Krystalls symmetrisch zu drei auf einander senkrechten Ebenen sei, in offenbarem Widerspruche steht. Ferner wies Ångström*) durch eine Reihe von Versuchen am Gyps und Feldspath nach, dass die Axen der optischen Elasticität, die der Cohäsion, die der (mechanischen) Elasticität und endlich die der thermischen Ausdehnung sämmtlich nicht coincidiren, und dass somit die Annahme rectangulärer morphologischer Axen aufgegeben werden müsse.

Grailich und von Lang, in ihrer bekannten Abhandlung über die physikalischen Verhältnisse der Krystalle**), gelangen zu dem Schlusse, dass für alle Temperaturänderungen die Parameterverhältnisse eines Krystalls dauernd entweder rational oder irrational seien, und dass rechtwinkelige thermische Axen in einem monoklinen oder triklinen Krystalle nicht nothwendig und in Wirklichkeit beim Gyps nicht existiren. Hierbei wurden als thermische Axen definirt solche Richtungen in einem nicht regulären Krystall, welche bei jeder Temperatur dieselbe Neigung gegen einander und gleiche unveränderliche Beziehungen zu den Parametern der Grundform behalten. Es wurde indess bald gezeigt, dass ein Ausdruck, von dem jene Autoren bei der Einsetzung der Werthe für Gyps gefunden hatten, dass er imaginär werde, sich als die Quadratwurzel aus der Summe der Quadrate zweier reeller Grössen darstellen lasse und somit nothwendigerweise einen reellen Werth besitze. In Folge dessen enthält die Rechnung Grailich's und von Lang's einen numerischen Fehler und ihre Formeln beweisen in Wirklichkeit, dass in der Symmetrieebene eines monoklinen Krystalls zwei bei irgend einer Temperatur zu einander normale Richtungen aufgefunden werden können, welche auch bei einer zweiten Temperatur auf einander senkrecht stehen; wobei aber zu bemerken ist, dass die Rechtwinkeligkeit dieser Richtungen für die zwischenliegenden Temperaturen damit noch nicht bewiesen ist. Die von Grailich und von Lang gegebenen Gleichungen für die Winkel zwischen irgend welchen fünf Flächen sind ferner nur bewiesen für den Fall, wo zwei dieser Flächen krystallographische und die andern solche Ebenen sind, welche zu einer Zonenaxe senkrecht stehen; sie können daher schwerlich als allgemeine Gleichungen zwischen fünf Krystallflächen bezeichnet werden. Indess mag hierzu bemerkt werden, dass, wie weiter unten gezeigt werden soll, die Constanz der Indices, von welcher der Beweis abhängt,

*) Poggendorff's Ann. 1852, **86**, 206.

) Sitzungsber. d. Wien. Akad. 1859, **33, 369.

noch ebenso gilt, wenn jene irrational sind, dass daher die oben erwähnten Gleichungen in allen Fällen richtig sind, und es für dieselben völlig gleichgültig ist, ob die Ebenen Krystallflächen, Ebenen senkrecht zu einer Zonenaxe oder keines von beiden sind.

1861 wies C. Neumann*) nach, dass es bei einem asymmetrischen Krystall immer möglich sei, drei Linien zu finden, welche bei irgend zwei verschiedenen Temperaturen auf einander rechtwinkelig stehen, und zeigte, wie deren Richtungen aus den, bei den beiden Temperaturen ausgeführten Messungen zu berechnen seien.

1868 erschien eine Arbeit von C. Pape**) über die thermischen und chemischen Axen des Gypses und des Kupfervitriols, in welcher der Verf. die nicht ganz genaue Angabe macht, dass Neumann in der vorher erwähnten Abhandlung die Existenz permanent rechtwinkeliger thermischer Axen für alle Temperaturen bewiesen habe. Ferner schliesst Pape aus seinen Beobachtungen die Coincidenz der thermischen und chemischen Axen, sowohl für Gyps als für Chalkanthit, worauf er dann ohne Weiteres zu dem Ausspruche gelangt, die Existenz rechtwinkeliger morphologischer Axen für alle Krystalle festgestellt zu haben. Es ist schwer einzusehen, wie die Dispersion der optischen Axenebenen in vielen Krystallen mit der Existenz dieser rechtwinkeligen morphologischen Axen in Einklang zu bringen ist.

In demselben zuletzt citirten Bande der Annalen findet sich eine der Arbeiten Fizeau's über die experimentelle Bestimmung der Ausdehnung der Krystalle. Dieser Autor fand mittelst seiner ausgezeichneten Methode, dass die Ausdehnungscoefficienten des Feldspath in zwei Richtungen innerhalb der Symmetrieebene, welche gleich, aber entgegengesetzt geneigt sind gegen eine optische Mittellinie, fast im Verhältniss 5 : 1 stehen, dass also der Glaube an die Existenz irgend einer einfachen Beziehung zwischen der Lage der Ausdehnungsaxen und derjenigen der optischen Elasticität definitiv aufgegeben werden müsse. In der Behandlung des theoretischen Theils der Frage nimmt Fizeau an, dass die Richtungen der grössten, mittleren und kleinsten Ausdehnung für alle Temperaturen constant seien.

Fassen wir die bisherigen Resultate zusammen, so müssen wir sagen, dass bis jetzt nur bewiesen ist, und zwar auf einem ziemlich umständlichen Wege, dass es drei Richtungen in den Krystallen giebt, welche bei irgend zwei Temperaturen auf einander senkrecht stehen; es ist nicht bewiesen, dass diese Linien auch rechtwinkelig sind bei anderen Temperaturen oder dass sie im Raume eine unveränderliche Lage einnehmen, wie es z. B. Pape und Fizeau als richtig anzunehmen scheinen.

Nehmen wir an, wie es nicht anders möglich ist, dass die physika-

*) Poggendorff's Annalen, **114**, 492. **) Ebenda, **135**, 1.

lischen und geometrischen Eigenschaften in allen parallelen Linien eines Krystalls dieselben sind, so folgt hieraus unmittelbar, dass eine Reihe von Krystallpartikeln, welche bei irgend einer Temperatur eine Gerade bildet, auch bei jeder anderen gradlinig ist, mag auch die Lage der Linie im Raume und die Länge derselben sich ändern; ferner werden gleich lange parallele Linien gleich lang und parallel bleiben, parallele Ebenen müssen ebenso parallel, endlich Parallelepipede müssen Parallelepipede bleiben. Aus dem Parallelismus der Kanten tautozonaler Flächen und aus dem Umstand, dass bei einer Temperatur parallele Linien es auch bei jeder anderen bleiben, folgt weiter, dass die Eigenschaft der Tautozonalität eine permanente ist; da aber die Bedingung für die Zugehörigkeit einer Fläche zu einer Zone, sei sie Krystallfläche oder nicht, nur von ihren Indices abhängt, so müssen die letzteren, gleichviel ob rational oder irrational, ihren Werth unveränderlich behalten. Dies kann auf folgende Art bewiesen werden:

Stellen wir uns vor, dass der Krystall frei im Raume aufgehängt sei. Da die bei einer Temperaturänderung in Wirksamkeit tretenden Kräfte innere sind, so wird bei der Natur von Wirkung und Gegenwirkung der Schwerpunkt des Krystalls unverändert an derselben Stelle bleiben und kann daher als fester Nullpunkt angenommen werden. Seien OX, OY, OZ bei der Anfangstemperatur irgend drei Gerade im Krystall, welche durch den Schwerpunkt O gehen, und seien ABC, HKL irgend zwei Ebenen, welche jene Linien in den Punkten A, B, C, resp. H, K, L schneiden, so sind, wenn ABC die Parameterebene darstellt, die Indices von HKL $= \frac{OA}{OH}, \frac{OB}{OK}, \frac{OC}{OL}$. Bei irgend einer anderen Temperatur seien A', B', C', H', K', L' die neuen Positionen der Punkte $ABCHKL$; die Indices von $H'K'L'$, wenn $A'B'C'$ die Ebene der Grundform, werden nunmehr sein $\frac{OA'}{OH'}, \frac{OB'}{OK'}, \frac{OC'}{OL'}$. Da aber Punkte, welche bei einer Temperatur äquidistant auf einer Geraden liegen, diese Eigenschaft auch bei jeder anderen Temperatur besitzen, so müssen Theile einer Geraden, welche bei einer Temperatur ein bestimmtes Verhältniss haben, dasselbe Verhältniss unverändert auch bei jeder anderen haben, also muss $\frac{OA'}{OH'} = \frac{OA}{OH}, \frac{OB'}{OK'} = \frac{OB}{OK}, \frac{OC'}{OL'} = \frac{OC}{OL}$, d. h. die Indices müssen constant sein, gleichviel ob sie rational oder irrational sind.

Da Parallelogramme bei Temperaturänderungen stets Parallelogramme bleiben müssen, so folgt aus den bekannten Eigenschaften projectivischer Figuren, dass ein Kreis sich im Allgemeinen in eine Ellipse, eine Kugel in ein Ellipsoid umwandelt. Dies kann indess auch auf folgende einfache Weise gezeigt werden: Sei O, wie vorher, der Schwerpunkt und seien

OA, OB, OC drei auf einander senkrechte Gerade bei der Anfangstemperatur; denke man sich ferner mit den Kanten OA, OB und OC ein Parallelepiped construirt und sei P der Endpunkt der Hauptdiagonale desselben. Bei einer anderen Temperatur werden die Linien OA, OB, OC im Allgemeinen nicht nur neue Richtungen im Raume erhalten, sondern auch in ihrer gegenseitigen Neigung und in ihren Längen sich geändert haben; es mögen OA', OB', OC' diese neuen Richtungen und Längen sein und mit denselben in gleicher Weise ein Parallelepiped construirt werden, dessen Hauptdiagonale OP' sei. Da Parallelepipede stets solche bleiben, so ist P' die neue Position von P, und seine Coordinaten $x' y' z'$, bezogen auf die nunmehr schiefen Axen, werden OA', bez. OB' und OC' sein. Möge die Längeneinheit in den Richtungen OA, OB, OC der ersteren Temperatur bei der zweiten sich umgewandelt haben in die Längen α, β, γ, gemessen in den Richtungen OA', OB', OC', so haben wir:

$$OA' = \alpha \, . \, OA, \;\; OB' = \beta \, . \, OB, \;\; OC' = \gamma \, . \, OC$$

und

$$\left(\frac{x'}{\alpha}\right)^2 + \left(\frac{y'}{\beta}\right)^2 + \left(\frac{z'}{\gamma}\right)^2$$
$$= OA^2 + OB^2 + OC^2 = OP^2$$

Wenn der geometrische Ort von P bei der ersten Temperatur eine Kugel mit dem Radius 1 ist, so wird die Gleichung der Oberfläche für die zweite Temperatur und bezogen auf die schiefen Axen:

$$\frac{x'^2}{\alpha^2} + \frac{y'^2}{\beta^2} + \frac{z'^2}{\gamma^2} = 1.$$

Dies ist aber die bekannte Gleichung eines Ellipsoides, bezogen auf drei conjugirte Diameter als Axen. Es wird also eine bei irgend einer Temperatur hergestellte Kugel im Allgemeinen bei einer anderen Temperatur zu einem Ellipsoid werden, und drei zu einander senkrechte Linien in der Kugel werden sich in drei conjugirte Durchmesser des Ellipsoides umwandeln. Umgekehrt müssen je drei conjugirte Diameter des Ellipsoides in der Kugel zu einander senkrecht gewesen sein. Aber eine und nur eine Triade conjugirter Durchmesser des Ellipsoides, nämlich die Hauptaxen desselben, sind zu einander rechtwinkelig, daher muss es immer eine, und nur eine, Triade von Geraden geben, welche bei zwei verschiedenen Temperaturen rechte Winkel bilden. Wenn dagegen die Kugel ihre Gestalt behält oder sich in ein Rotationsellipsoid umwandelt, so giebt es offenbar unendlich viele Triaden solcher rechtwinkeliger Geraden. Die Axen des andernfalls entstehenden Ellipsoides sind selbstverständlich diejenigen drei Richtungen, welche die grösste, mittlere und kleinste Ausdehnung erfahren haben. Es werden demnach im Allgemeinen zwei, und nur zwei, grösste Kreise der Kugel wirklich Kreise bleiben, nämlich diejenigen, welche die Kreisschnitte des Ellipsoides werden.

Diese Schlussfolgerungen gelten für jede Grösse und für jede Ursache der Temperaturänderung; das einzige Erforderniss für ihre Gültigkeit ist, dass gleich lange parallele Gerade gleich lang und parallel bleiben.

Es wurde oben gezeigt, dass die Indices der Flächen constant sind, und dass aus diesem Grunde die Aenderung der Lage einer Fläche mit gegebenen Indices bekannt ist, wenn die Aenderung der Elemente α, β, γ und a, b, c gegeben sind. Bekanntlich ist mit Hülfe der Rationalität des anharmonischen Verhältnisses von vier Krystallflächen bewiesen worden, dass irgend ein System von krystallonomischen Flächen einen von sechs Typen der Symmetrie darstellen muss, je nach den Werthen α, β, γ und der Rationalität oder Irrationalität des Verhältnisses $a : b : c$. Wenn z. B. $\alpha = \beta = \gamma = \frac{\pi}{2}$ und $\frac{a}{b}$, $\frac{b}{c}$, $\frac{c}{a}$ sämmtlich irrational sind, so zeigt das krystallographische System von Flächen Symmetrie nach drei, und nur nach drei auf einander senkrechten Ebenen, während, wenn eines der drei Verhältnisse, z. B. $a : b$, rational ist, bei übrigens gleichen Elementen, Symmetrie stattfindet nach jenen drei Ebenen und ausserdem noch nach zwei weiteren, welche zu einander senkrecht sind und die Winkel zwischen zweien von den ersteren drei halbiren. Es entsteht nun hierbei die interessante Frage, ob in dem Falle, dass ein Krystall Symmetrie nur nach drei zu einander senkrechten Ebenen zeigt, $\frac{a}{b}$ durch Temperaturänderung jemals einen rationalen Werth annehmen kann oder nicht. Grailich und von Lang in der oben citirten Arbeit verneinen diese Frage; wenn, schliessen sie, ein solches Ereigniss möglich wäre, müsste ein System von Krystallflächen von der rhombischen in die tetragonale Symmetrie übergehen, und dies halten sie für widerlegt durch die Angabe, es sei niemals ein durch Temperaturänderung bewirkter Uebergang eines Krystalls aus einer Symmetrie in die andere beobachtet worden, eine Angabe, deren Richtigkeit durch die Thatsache bewiesen sei, dass die optischen Eigenschaften der Krystalle bei verschiedenen Temperaturen auf die Permanenz des Typus für die Symmetrie des Lichtäthers und somit auch auf eine solche für die Symmetrie der Materie des Krystalls selbst hinweisen.

Zunächst muss bemerkt werden, dass die Differenz zwischen einer irrationalen Zahl und der nächst liegenden rationalen nahezu unendlich klein ist, so dass, wenn $\frac{a}{b}$ eine endliche Aenderung erfährt, es nothwendigerweise eine grosse Zahl von rationalen Werthen passiren muss, für deren jeden der Complex von Krystallflächen die Symmetrie des tetragonalen Systems darstellt. Der Trugschluss in obigen Argumenten ist der folgende: es wird angenommen, dass die Symmetrie des Krystalls, wie sie sich in allen seinen physikalischen Eigenschaften zeigt, übereinstimmt

mit der Symmetrie in der Anordnung der Krystallflächen. Aber es ist leicht einzusehen, dass dies nicht immer der Fall zu sein braucht. Angenommen, die Schwerpunkte der Moleküle befänden sich in rectangulär parallelepipedischer Anordnung, die Kanten der Elementarparallelepipede hätten die Länge a, b, resp. c, und alle Ebenen, welche durch die Massencentren mehrerer Moleküle gehen, wären, wie es üblich ist, anzunehmen, Krystallflächen, so folgt aus dem Obigen, dass ein solcher Complex von Ebenen die Symmetrie des rhombischen Systems besitzen wird, so lange als die Verhältnisse $\frac{a}{b}$, $\frac{b}{c}$, $\frac{c}{a}$ sämmtlich irrational sind, dagegen diejenige des tetragonalen Systems, wenn eines derselben, z. B. $a : b$, rational wird. Es ist jedoch klar, dass, ausgenommen wenn a nicht nur in rationalem Verhältniss zu b, sondern ihm wirklich gleich ist, die Symmetrie in der Anordnung der Massencentren selbst und in Folge dessen auch die Symmetrie der physikalischen Eigenschaften noch keine höhere, als die des rhombischen Systems sein wird. Ja, wir können noch weiter gehen und behaupten, dass selbst wenn a wirklich gleich b wird, die physikalischen Eigenschaften des Krystalls nur nach drei auf einander senkrechten Ebenen symmetrisch zu sein brauchen. Wenn die Moleküle selbst Seitlichkeit, d. h. in verschiedenen Richtungen verschiedene Eigenschaften besitzen, und es hat noch Niemand das Gegentheil angenommen, so ist es möglich, sich vorzustellen, dass jedes Molekül eine innere Symmetrie besitzt, von welcher ebenso, wie von der Lagerung der Moleküle, die Symmetrie der physikalischen Eigenschaften in letzter Stelle abhängig sein muss. Wenn dann in dem von uns betrachteten Falle diese intramolekulare Symmetrie nur eine solche nach den drei bezeichneten Ebenen ist, so würden selbst dann, wenn die Symmetrie in der Anordnung sowohl der Massencentren, als der Molekularebenen tetragonal ist, diejenigen physikalischen Eigenschaften, zu welchen wir auch die Ausdehnung durch die Wärme zu zählen haben, welche ebenso von der inneren Symmetrie der Moleküle, wie von deren Gruppirung abhängen, keine andere Symmetrie zeigen, als diejenige des rhombischen Systems. Ferner ist zu bemerken, dass $\frac{a}{b}$ alsdann wieder irrational werden muss, da die Ausdehnungscoefficienten parallel den Normalen zu den drei Symmetrieebenen von einander unabhängig sind, und dass somit die Krystallform wieder in die rhombische Symmetrie übergehen wird.

Es mag auf den ersten Anblick scheinen, als ob von der Messung der Winkel eines Krystalls bei einer einzigen Temperatur kein sicherer Schluss auf das Krystallsystem, zu dem er gehört, gezogen werden könnte, und als ob der Krystall entweder noch bei einer anderen Temperatur zu messen wäre oder physikalische Untersuchungen mit demselben vorgenommen

werden müssten. Hiergegen ist jedoch zu erinnern, dass die Flächen eines Krystalls im Allgemeinen so in die Existenz gerufen werden, dass die Symmetrie ihres Auftretens übereinstimmt mit derjenigen der inneren der Moleküle und der Gruppirung der letzteren, selbst wenn die Krystalle sich bildeten bei einer Temperatur, bei welcher die Gruppirung der Theilchen einem höheren Grade von Symmetrie entspricht.

Im Folgenden soll nun angenommen werden, dass es in einem Krystall sehr zahlreiche, in parallelepipedischer Anordnung vertheilte Punkte giebt, deren jeder der Schwerpunkt eines Moleküls oder einer Molekülgruppe ist, und dass alle diese Gruppen gleichartig und parallel sind. Der Kürze wegen soll für Molekülgruppe nur »Molekül« gesagt werden. Wir schliessen aus dem Obigen, dass die einzigen Symmetrieebenen, welche bei einem Temperaturwechsel constant bleiben, diejenigen sind, welche zugleich Symmetrieebenen der Moleküle selbst und solche der molekularen Gruppirung sind, ferner, dass es möglich wäre, dass ein und derselbe Krystall bei sechs verschiedenen Temperaturen Flächencomplexe darstelle, deren jeder einem der bekannten Krystallsysteme angehört. Es würde nun Nichts von dem Gesagten der Möglichkeit widersprechen, dass neue Symmetrieebenen der Moleküle und zugleich der Gruppirung derselben in Existenz treten, und wir können nur Das sagen: wenn Solches stattfindet, so muss es in symmetrischer Weise in Bezug auf die bereits vorhandenen Symmetrieebenen geschehen. Sind aber diese neuen Symmetrieebenen einmal in Existenz getreten, so können sie nicht wieder zum Verschwinden gebracht werden durch irgend eine Ursache, welche symmetrisch zu diesen gemeinsamen Symmetrieebenen innere Reactionen hervorrufen würde. Selbst wenn die Moleküle aus einander fielen, müsste dies gleichzeitig und symmetrisch zu diesen Ebenen stattfinden, und die Producte des Zerfallens müssten also auch symmetrisch zu denselben sein.

Als rohe Illustration der Art, wie solche Ebenen in die Erscheinung treten, mag das erwähnte Beispiel einer rhombischen Anordnung von Molekülen, welche selbst rhombische Symmetrie besitzen, dienen, und es möge die Temperatur sich ändern bis zu der, bei welcher die Anordnung der Moleküle tetragonal ist. Es ist alsdann wohl denkbar, dass bei dieser Temperatur das innere Gleichgewicht der Moleküle ein labiles wird, und jedes derselben eine derartige innere Umlagerung erfährt, dass es noch symmetrisch zu den früheren Symmetrieebenen ist, zu gleicher Zeit aber auch zu den beiden weiteren Symmetrieebenen, welche das tetragonale System erfordert. Von diesem Augenblicke an wird der ganze Complex, sowohl in Bezug auf Lagerung, als auf innere Constitution der Moleküle, eine Symmetrie darbieten, welche dem tetragonalen System entspricht, d. h. der Krystall wird von da ab tetragonal sein. Dieser Zustand der Symmetrie kann aber nur so weit ein bleibender sein, als keine störenden

Kräfte in Wirksamkeit treten. Wir wissen aus Versuchen, dass die Cohäsion eines Körpers sich vermindert, wenn seine Temperatur steigt, und dass man im Allgemeinen hierbei bis zum flüssigen Zustande gelangen kann, in welchem die Ausübung der geringsten Kraft die allgemeine Lagerung der Theilchen des Körpers zu stören im Stande ist. Wenn die Cohäsion des von uns betrachteten, leicht veränderlichen Körpers in einer einzigen Richtung bis zu jenem Grade verringert ist, so ist derselbe in einen Zustand versetzt, welcher in gewisser Beziehung dem flüssigen entspricht, und obgleich er unter der alleinigen Wirkung der Wärme unverändert seine symmetrische krystallinische Anordnung behalten würde, so müsste doch, sobald irgend ein Versuch gemacht würde, in diesem Zustande seine Härte zu bestimmen, das Resultat unausbleiblich das vollständige Zerfallen der parallelepipedischen Structur sein. Wenn der Krystall unter der Wirkung der Schwerkraft steht, wird es nicht einmal nöthig sein, die Härte zu probiren; die parallelepipedische Anordnung wird, wenn sie jenen Zustand erreicht, augenblicklich zerstört sein.

Obgleich also durch eine Temperaturänderung die Einführung neuer Symmetrieebenen, welche sowohl für die Moleküle, als für deren Gruppirung gelten — wir wollen sie »gemeinschaftliche« nennen — möglich wäre, so scheint es doch, als ob die umgekehrte Operation nicht eher ausgeführt werden könne, als bis die parallelepipedische Gruppirung sehr ernstlich alterirt worden sei, und überhaupt nicht möglich wäre ohne Mitwirkung störender Kräfte. Dies scheint auf die grössere Stabilität der Systeme von höherer Symmetrie hinzuweisen und uns zu der Hoffnung zu berechtigen, dass wir im Stande wären, die meisten Krystalle unter günstigen Umständen in solche des regulären Systems umzuwandeln*). Die umgekehrte Operation könnte vielleicht bewirkt werden durch eine Kraft, wie z. B. der Magnetismus, welche nicht nothwendig innere Wirkungen von symmetrischer Beschaffenheit in Bezug auf die »gemeinschaftlichen« Symmetrieebenen hervorbringen würde. Als bemerkenswerthe Beispiele jener Art von Umwandlung aus einem niedrigeren in einen höheren Typus der Symmetrie möge erwähnt werden der Uebergang 1) vom amorphen in den krystallisirten Zustand, wie beim Schmiedeeisen, Bonbonzucker und bei den leicht schmelzbaren Legirungen von Rose und Newton; 2) eines schiefaxigen Krystalls in einen rhombischen, wie beim Schwefel; 3) eines rhombischen in einen tetragonalen, wie beim HgJ^2; 4) eines rhombischen in einen hexagonalen, wie die Umwandlung von Aragonit in Kalkspath. Obgleich das rothe tetragonale Quecksilberjodid beim Erhitzen gelb wird und also vermuthlich die rhombische Form annimmt, so scheint doch das

*) Mit Ausnahme holoëdrisch hexagonaler, da hierbei Symmetrieebenen zum Verschwinden gebracht werden müssten.

allgemeine Gesetz zu sein, dass, wenn ein Krystall unter der Wirkung der obigen Art von Kräften aus einem Typus der Symmetrie, in welchem gemeinschaftliche Symmetrieebenen für die Moleküle und ihre Gruppirung existiren, in einen anderen übergeht, in welchem einige dieser Ebenen nicht mehr Symmetrieebenen sind, der Krystall zuerst den flüssigen Zustand passiren und auf jeden Fall vorher seine parallelepipedische Structur zerstört worden sein muss.

Unter Ausschluss derjenigen Fälle, wo eine solche Zerstörung der parallelepipedischen Structur stattfindet, werden wir weiterhin annehmen, dass die »gemeinschaftlichen« Symmetrieebenen für alle Temperaturen constant sind. Kehren wir zu den sogenannten thermischen Axen zurück, so haben wir gesehen, dass man für dieselben Rechtwinkeligkeit und unveränderliche Lage angenommen hat. Wir müssen jedoch diese Annahme als unrichtig bezeichnen, denn ebenso, wie Neumann durch seine Theorie von der symmetrischen Natur jedes Krystalls in Bezug auf drei senkrechte Ebenen zu dem Schluss geführt wurde, dass diese Ebenen im Raume eine unveränderliche Lage für alle Temperaturen behalten, so könnten wir auf demselben Wege auch die umgekehrte Behauptung schliessen und sagen: wenn diese Ebenen für alle Temperaturen unveränderte Lage im Raume behalten, so sind es Symmetrieebenen für die Moleküle und deren Gruppirung. Allerdings können wir zu diesem Schlusse nicht gelangen, wenn diese Ebenen nur ihre gegenseitige Neigung behalten, während sie ihre Richtung im Raume ändern; in diesem Falle müssten wir jedoch sagen, dass thermische Axen, welche sich durch Veränderung der Temperatur drehen, keine sehr innige Beziehung zu der Krystallstructur zeigen und eigentlich mehr geometrische Abstractionen sind.

Der Einfachheit halber wollen wir zunächst die thermische Ausdehnung eines Krystalls betrachten, welcher wenigstens eine, den Molekülen und ihrer Gruppirung gemeinschaftliche Symmetrieebene und diese bei allen Temperaturen darbietet. Stellen wir uns vor, dass aus einem solchen Krystall bei irgend einer Temperatur ein Kreiscylinder geschnitten würde, dessen Axe senkrecht zur Symmetrieebene steht, so wird, wenn der Cylinder frei im Raume aufgehängt ist, und seine Temperatur sich ändert, nach Obigem die Axe ihre Richtung im Raume bewahren; die zur Axe senkrechten Flächen werden im Allgemeinen parallel jener verschoben werden. Unveränderte Lage wird nur die durch den Schwerpunkt des Krystalls, d. h. durch den Mittelpunkt der Axe des Cylinders gehende Ebene behalten; die in derselben gelegenen Geraden jedoch werden im Allgemeinen ihre Richtung im Raume und ebenso ihre gegenseitige Neigung ändern.

Um die Natur dieser Aenderung zu untersuchen, nehmen wir in dieser Ebene die rechtwinkeligen Axen OY und OZ als fest im Raume an. In irgend einem Augenblicke, der durch die Zeit t bestimmt ist, möge die

Gerade im Krystall, deren Länge gleich der Einheit und deren Richtung mit OX zusammenfällt, sich drehen mit der Winkelgeschwindigkeit $\frac{d\vartheta}{dt} = \vartheta'$ und möge in ihrer Länge zunehmen um $\frac{d\alpha}{dt} = \alpha'$; ferner mögen $\frac{d\varphi}{dt} = \varphi'$ und $\frac{d\gamma}{dt} = \gamma'$ die entsprechenden Werthe für diejenige Linie im Krystall sein, welche im selben Momente die Länge 1 hat und mit der Axe OZ zusammenfällt. Wenn xz die Coordinaten irgend eines Punktes P in diesem Augenblicke sind, so wird dessen Geschwindigkeit, zerlegt nach den Richtungen OX und OZ, sein: $x\alpha' - z\varphi'$, respective $x\vartheta' + z\gamma'$.

Wenn die Aenderung von OP nur in einer einfachen Verlängerung besteht, so ergiebt sich:

$$\frac{x\alpha' - z\varphi'}{x} = \frac{x\vartheta' + z\gamma'}{z}$$

oder:

$$\vartheta' x^2 - (\alpha' - \gamma')xz + \varphi' z^2 = 0 \tag{1}$$

Hierzu ist zunächst zu bemerken, dass es entweder ein einziges Paar solcher Linien, sie seien nun reell oder imaginär, oder unendlich viele giebt. Denn so lange als nicht alle Coefficienten verschwinden, repräsentirt diese Gleichung nur zwei gerade Linien, während, wenn alle Coefficienten Null werden und somit die Gleichung sich in eine identische verwandelt, $\vartheta' = \varphi' = 0$ und $\alpha' = \gamma'$ wird, d. h. die Veränderung in einer einfachen Verlängerung nach jeder Richtung besteht. Wenn der Krystall diejenigen gemeinschaftlichen Symmetrieebenen besitzt, welche das reguläre, tetragonale oder hexagonale System charakterisiren, so folgt aus der Permanenz der Richtung dieser Ebenen, dass es in gewissen derselben mehr als zwei Gerade geben wird, welche ebenfalls ihre Richtung im Raume bewahren werden. In diesen Fällen wird daher die Veränderung bestehen in einer einfachen linearen Ausdehnung in der Richtung der Axe, welche zu einer solchen Ebene senkrecht steht, und in einer einfachen linearen Ausdehnung aller Richtungen, welche in jener Ebene liegen. Im Falle eines rhombischen Krystalls werden die beiden einer Symmetrieebene angehörigen Linien, welche in Bezug auf ihre Richtung im Raume unverändert bleiben, bei allen Temperaturen die gleichen und auf einander rechtwinkelig sein.

Wir werden nunmehr zeigen, dass diese, eine einfache Verlängerung erfahrenden Geraden in einem schiefaxigen Krystall reell sind, obgleich sie offenbar im Allgemeinen nicht normal zu einander sein können. Es ist aus der Dynamik bekannt, dass, so lange die auf ein materielles System wirkenden Kräfte innere sind und daher der Satz von Wirkung und Gegenwirkung gilt, das Drehungsmoment des Systems um irgend eine Linie keine Aenderung erfährt; da ein krystallinisches Molekularsystem im Beginn des betrachteten Vorganges sich in Ruhe befindet, so muss sein Drehungsmoment um irgend eine Linie während der Bewegung ebenfalls gleich Null

sein. Ferner ist das Drehungsmoment eines materiellen Systems um eine gerade Linie bekanntlich gleich dem Drehungsmoment desselben Systemes, in seinem Schwerpunkt vereinigt und mit diesem sich bewegend gedacht, plus dem auf seinen Schwerpunkt bezogenen Drehungsmoment um eine Gerade, parallel zu der gegebenen Geraden durch den Schwerpunkt. Im Falle eines Moleküls oder einer Molekülgruppe wird der letztere dieser Ausdrücke entweder absolut Null sein, oder von einer Grössenordnung, welche im Vergleich mit dem ersten Term sicher vernachlässigt werden kann. Ist dann r der Abstand des Schwerpunktes einer Molekulargruppe, deren Masse m, von der oben erwähnten Axe, ω die Winkelgeschwindigkeit, welche der zur Axe normale und durch den Schwerpunkt der Gruppe gehende Radius vector in diesem Augenblicke besitzt, so ist das Drehungsmoment des Moleküls um die Axe $= mr^2\omega$ und für das ganze System $= \Sigma mr^2\omega$. Nach Obigem ist dies gleich Null, also sind in irgend einem Augenblicke die Werthe von ω für gewisse Moleküle positiv, für andere negativ, und es muss demnach wenigstens eine intermediäre Lage geben, wo $\omega = 0$. Aus der Gleichung (1) oder einer noch einfacheren Betrachtung folgt, dass es in demselben Augenblicke noch eine zweite reelle Gerade mit fester Orientirung im Raume giebt. Für diese beiden Linien möchten wir den Namen »atropische« vorschlagen. Die Veränderung in der Gestalt des Systems in diesem Augenblicke kann nunmehr behandelt werden als eine einfache lineare Ausdehnung nach jenen beiden Geraden. Ausgedrückt in senkrechten Coordinaten kann die obige Bedingung $\Sigma mr^2\omega = 0$ geschrieben werden:

$$\vartheta' \Sigma m x^2 - (\alpha' - \gamma')\Sigma m x z + \varphi' \Sigma m z^2 = 0 \tag{2}$$

Da die atropischen Linien im Allgemeinen nicht rechtwinkelig sind, und es gleichwohl, wie früher bewiesen wurde, ein Paar Gerade im Krystall giebt, welche bei einer Temperatur 90° bilden und auch bei einer zweiten denselben Winkel einschliessen, so ist es klar, dass diese letzteren Linien im Allgemeinen ihre Orientirung im Raume geändert haben werden.

Die Lage dieser Geraden kann auf folgendem Wege gefunden werden: Es mögen $r\,\psi$ die Polarcoordinaten irgend eines Punktes P sein, OX die Ursprungsrichtung, ferner ω die Winkelgeschwindigkeit von OP in irgend einem Augenblicke, während $\frac{1}{r}\frac{dr}{dt}$, d. i. der Betrag der Elongation, welchen die Einheit der Länge in der Richtung OP erfährt, durch $\varkappa$ bezeichnet werden soll. Wir haben unmittelbar, durch Zerlegung senkrecht zu dem Radius vector OP:

$$\omega = (\vartheta' \cos\psi + \gamma' \sin\psi)\cos\psi - (\alpha' \cos\psi - \varphi' \sin\psi)\sin\psi$$

oder:
$$2\omega = \vartheta' + \varphi' + (\vartheta' - \varphi')\cos 2\psi - (\alpha' - \gamma')\sin 2\psi \tag{3}$$

In ähnlicher Weise finden wir für die zu OP senkrechte Gerade, unter der Annahme, dass sie die gleiche Winkelgeschwindigkeit besitzt:

$$2\omega = \vartheta' + \varphi' - (\vartheta' - \varphi') \cos 2\psi + (\alpha' - \gamma') \sin 2\psi$$

Setzt man diese Werthe von ω gleich, so ergiebt sich:

$$\omega = \frac{\vartheta +' \varphi'}{2} \tag{4}$$

$$\psi = \tfrac{1}{2}\, arc\, tg \frac{\vartheta' - \varphi'}{\alpha' - \gamma'} \tag{5}$$

So lange als die atropischen Linien im Raum fixirt sind, müssen die Verhältnisse der Coefficienten von x^2, xz und z^2 in Gleichung (1) constant sein und ebenso lange wird ψ constant bleiben. Wenn dann die durch Gleichung (1) gegebenen Linien atropisch sind für mehr als einen Augenblick, so werden auch die Richtungen der Geraden im Krystall, welche rechtwinkelig zu einander stehen und sich in gleichem Sinne mit gleicher Geschwindigkeit drehen, im Raume fixirt sein für mehr als einen Augenblick. Es muss jedoch bemerkt werden, dass wegen der Winkelgeschwindigkeit solcher Linien verschiedene Paare von Geraden im Krystall zu verschiedener Zeit mit den festen Richtungen im Raume zusammenfallen werden; mit anderen Worten: wenn zwei Gerade permanent atropisch und nicht zu einander senkrecht sind, so werden nicht nur die Linien, welche in irgend einem Moment ihre Rechtwinkeligkeit beibehalten, mit einer Winkelgeschwindigkeit begabt sein, sondern in verschiedenen Momenten werden verschiedene Linien des Krystalls diese Eigenschaft besitzen.

Wir wollen nun einen Schritt weiter gehen und zeigen, dass dieses Beibehalten der gegenseitigen Neigung während eines Augenblicks die Eigenschaft von einer unendlichen Zahl von Linienpaaren ist. Wenn χ der Winkel irgend einer Krystalllinie mit der Axe OX ist, so folgt aus (3) für ω, d. i. für die Winkelgeschwindigkeit dieser Linie:

$$2\omega = \vartheta' + \varphi' + (\vartheta' - \varphi') \cos 2\chi - (\alpha' - \gamma') \sin 2\chi \tag{6}$$

Wenn ψ und $\psi + \frac{\pi}{2}$ die Angularcoordinaten derjenigen Linien sind, welche in diesem Augenblicke ihre Rechtwinkeligkeit bewahren, so können wir aus (5) ableiten:

$$\vartheta' - \varphi' = a \sin 2\psi \qquad \alpha' - \gamma' = a \cos 2\psi$$

d. h.
$$2\omega = \vartheta' + \varphi' + a \sin 2(\psi - \chi)$$

Ebenso ergiebt sich, wenn ω auch die Winkelgeschwindigkeit derjenigen Linie, deren Angularcoordinate $= \chi'$:

$$2\omega = \vartheta' + \varphi' + a \sin 2(\psi - \chi')$$

Setzt man diese beiden Werthe von ω gleich, so folgt:

$$[\chi' - \psi] + [\chi - \psi] = \frac{\pi}{2}$$

Irgend zwei Linien werden also dann ihre gegenseitige Neigung in

irgend einem Augenblicke bewahren, wenn die Summe der Winkel, welche sie mit einer der beiden auf einander normal bleibenden Linien einschliessen, einem Rechten gleich ist.

Von Interesse ist die folgende Beziehung zwischen den Winkelgeschwindigkeiten und den Grössen der Elongation auf einander senkrechter Geraden. Ist ω' die Winkelgeschwindigkeit der Linie im Krystall, deren Angularcoordinate $\chi + \frac{\pi}{2}$, so folgt:

$$2\omega' = \vartheta' + \varphi' - (\vartheta' - \varphi') \cos 2\chi + (\alpha' - \gamma') \sin 2\chi \qquad (7)$$

Durch Addition von (6) und (7) ergiebt sich:

$$\omega + \omega' = \vartheta' + \varphi'$$

d. h. die Summe der Winkelgeschwindigkeiten irgend zweier auf einander senkrechter Linien in der Symmetrieebene zu irgend einer Zeit ist eine constante Grösse.

Für den Fall eines rhombischen Krystalls ist gezeigt worden, dass zwei Gerade einer Symmetrieebene zu einander senkrecht und ohne Winkelgeschwindigkeit sind; es werden also in irgend einem Augenblicke in einem solchen Krystalle irgend zwei auf einander normale Linien in einer Symmetrieebene sich mit gleicher Geschwindigkeit in entgegengesetzter Richtung drehen.

Zerlegt man die Geschwindigkeiten $x\alpha' - z\varphi'$ und $x\vartheta' + z\gamma'$ nach dem Radius vector OP, so erhält man:

$$\varkappa = \frac{1}{r}\frac{dr}{dt} = (\vartheta' \cos \chi + \gamma' \sin \chi) \sin \chi + (\alpha' \cos \chi - \varphi' \sin \chi) \cos \chi$$
$$= \alpha' \cos^2 \chi - (\varphi' - \vartheta') \sin \chi \cos \chi + \gamma' \sin^2 \chi$$

Ebenso für die auf jener normale Gerade:

$$\varkappa' = \alpha' \sin^2 \chi + (\varphi' - \vartheta') \cos \chi \sin \chi + \gamma' \cos^2 \chi$$

Daraus folgt:

$$\varkappa + \varkappa' = \alpha' + \gamma'$$

d. h. zu irgend einer Zeit ist die Summe der Verlängerungen zweier zu einander senkrechter Linien in einer Symmetrieebene des Krystalls constant für alle Linienpaare.

Das Obige zusammenfassend können wir sagen: die Aenderung in der Molekularanordnung innerhalb einer Symmetrieebene zu irgend einer Zeit kann betrachtet werden 1) als eine einfache lineare Ausdehnung nach zwei, im Allgemeinen nicht rechtwinkeligen Geraden, 2) als lineare Ausdehnung nach irgend einem von einer unendlichen Zahl von Linienpaaren, begleitet von einer Rotation des Systems als eines starren Körpers; die Linien eines dieser letzteren Paare sind rechtwinkelig und die Ausdehnung nach denselben ist in einem Falle ein Maximum, im anderen ein Minimum.

Wenn die Krystalllinien von der Längeneinheit, welche bei der Temperatur τ mit den festen rechtwinkeligen Axen OX und OZ coincidiren, bei einer zweiten Temperatur τ' die Längen α und γ angenommen und sich um die Winkel ϑ und φ gedreht haben, so lässt sich, welches auch die Grösse der Aenderung sei, auf einem dem obigen einigermaassen ähnlichen Wege zeigen, dass die Coordinaten $\xi\zeta$ des Punktes P', d. h. der Position, welche der Punkt P, dessen Coordinaten bei der Temperatur τ die Werthe xz hatten, bei der zweiten Temperatur τ' einnimmt, folgende Grössen darstellen:

$$\xi = \alpha x \cos \vartheta - \gamma z \sin \varphi$$
$$\zeta = \alpha x \sin \vartheta + \gamma z \cos \varphi$$

Hieraus folgt, dass ein Paar von Linien, seien sie reell oder imaginär, bei den beiden Temperaturen die gleiche Richtung besitzt; ihre Gleichung ist:

$$(8) \qquad \alpha \sin \vartheta x^2 - (\alpha \cos \vartheta - \gamma \cos \varphi) xz + \gamma \sin \varphi z^2 = 0$$

Wir haben gesehen, dass in dem Grenzfalle diese Linien reell sind. Ebenso werden zwei Gerade im Krystall, welche mit der Axe OX bei der Anfangstemperatur τ die Winkel ψ und $\psi + \frac{\pi}{2}$ bilden, auch rechtwinkelig sein bei der Temperatur τ'; der Winkel ψ ist hierbei gegeben durch die Gleichung:

$$\operatorname{tg} 2\psi = \frac{2 \sin (\vartheta - \varphi)}{\frac{\alpha}{\gamma} - \frac{\gamma}{\alpha}}.$$

Wenn die durch (8) gegebenen Linien atropisch gewesen sind während des Intervalls von τ bis τ', so können dieselben nicht rechtwinkelig während des ganzen Intervalls gewesen sein; denn wenn die Verhältnisse:

$$\alpha \sin \vartheta : \alpha \cos \vartheta - \gamma \cos \varphi : \gamma \sin \varphi$$

während des Intervalls constant sind, so kann ψ nur dann constant sein, wenn ϑ und φ gleich Null sind und $\alpha = \gamma$.

Ferner soll gezeigt werden, dass, wenn eine Gerade OP des Krystalls bei der Temperatur τ den Winkel ψ mit der Axe OX bildet, man immer eine zweite Gerade OQ finden kann, deren Winkel mit der Axe OX gleich $\psi + \varepsilon$ und welche bei beiden Temperaturen die gleiche Neigung zu OP besitzt. Wenn $\alpha \sin \vartheta = a$, $\gamma \cos \varphi = b$, $\alpha \cos \vartheta = c$, $\gamma \sin \varphi = d$ und $\psi_,$ die Neigung der Krystalllinie OP zur Axe OX bei der Temperatur τ' ist, so haben wir:

$$\operatorname{tg} \psi_, = \frac{a + b \operatorname{tg} \psi}{c - d \operatorname{tg} \psi} \qquad \operatorname{tg} (\psi_, + \varepsilon) = \frac{a + b \operatorname{tg} (\psi + \varepsilon)}{c - d \operatorname{tg} (\psi + \varepsilon)}.$$

Durch Elimination von $\psi_,$ aus diesen beiden Gleichungen und durch Division mit tg ε erhalten wir eine lineare Gleichung zwischen tg ψ und tg ε, also giebt es für jeden Werth von ψ einen reellen Werth von ε. Somit kann das System von der Configuration bei einer Temperatur zu derjenigen einer anderen gebracht werden 1) durch einfache lineare Ausdehnung nach zwei

im Allgemeinen nicht rechtwinkeligen Richtungen, oder 2) durch lineare Ausdehnung parallel irgend einem von einer unendlichen Zahl von Linienpaaren, begleitet von einer Drehung des Systems um die Symmetrieaxe; eines dieser Paare ist rechtwinkelig und dieses repräsentirt diejenigen Geraden im Krystall, welche die grösste und kleinste Verlängerung erfahren.

Wenn in einem Krystall ohne Symmetrieebene die bei der Temperatur τ mit fixen rectangulären Axen im Raume zusammenfallenden Linien von der Länge 1 bei einer zweiten Temperatur τ' die Längen α, β, γ und die neuen Richtungen angenommen haben, welche durch die Werthe $\lambda_1\ \mu_1\ \nu_1$, resp. $\lambda_2\ \mu_2\ \nu_2$ und $\lambda_3\ \mu_3\ \nu_3$ der Cosinus ihrer Winkel mit den Axen gegeben sind, so kann genau auf dieselbe Weise gezeigt werden:

1) Dass drei Gerade bei zwei verschiedenen Temperaturen dieselbe Richtung im Raume haben; diese Geraden schneiden sich unter schiefen Winkeln und jede derselben ist bestimmt durch irgend zwei der folgenden drei Gleichungen:

$$(\lambda_1 \alpha - \delta) x + \lambda_2 \beta y + \lambda_3 \gamma z = 0$$
$$\mu_1 \alpha x + (\mu_2 \beta - \delta) y + \mu_3 \gamma z = 0$$
$$\nu_1 \alpha x + \nu_2 \beta y + (\nu_3 \gamma - \delta) z = 0$$

worin δ eine der Wurzeln der cubischen Gleichung:

$$\begin{vmatrix} \lambda_1 - \frac{\delta}{\alpha} & \lambda_2 & \lambda_3 \\ \mu_1 & \mu_2 - \frac{\delta}{\beta} & \mu_3 \\ \nu_1 & \nu_2 & \nu_3 - \frac{\delta}{\gamma} \end{vmatrix} = 0$$

In einem beliebigen Falle muss eine dieser Linien reell sein, und nach dem Princip der Erhaltung der Ebenen müssen im Grenzfalle alle drei reell sein.

2) Dass unzählig viele Triaden bei zwei Temperaturen gleichwinkelig sind; rechtwinkelig ist nur eine von diesen. Diese Eigenschaft ist bewiesen in einer von der London Mathematical Society publicirten Abhandlung von H. G. S. Smith »The Focal Properties of Homographic Figures.« Die Ausdehnung nach den Geraden, welche bei den beiden Temperaturen rechtwinkelig sind, ist die grösste, resp. mittlere und kleinste.

So kann man also von der Form des Krystalls bei der ersten Temperatur zu der bei der zweiten gelangen 1) durch eine einfache lineare Ausdehnung nach drei nicht rechtwinkeligen Geraden, oder 2) durch lineare Ausdehnung nach den gleichwinkeligen Triaden, verbunden mit einer Rotation des Systems als eines starren Körpers.

Vielleicht würde der Ausdruck »thermische Axen«, wenn er überhaupt noch gebraucht werden soll, eigentlich anzuwenden sein auf die hier »atropisch« genannten Linien.

Brit. Museum, Dec. 1879.

XXIII. Mineralogische Notizen.

II.

Von

Carl Vrba in Czernowitz.

(Hierzu Taf. IX.)

---

4. Vanadinit von der Obir in Kärnten.

Die bekannten Vanadinitkrystalle vom Adolfsstollen des Zauchenbleibergbaues an der Obir bei Kappel in Kärnten, wurden von C. Rammelsberg*) und von J. Schabus**) goniometrisch untersucht, die Angaben der beiden Forscher stimmen jedoch weniger überein, als es die gute Ausbildung und der intensive Glanz der, wenn auch sehr kleinen Kryställchen erwarten lassen.

Rammelsberg ermittelte den Winkel:

$$10\bar{1}1 : 10\bar{1}0 = 50^0\ 0'$$

woraus sich

$$c = 0,726682$$

berechnet; Schabus erhielt als Mittel mehrerer gut übereinstimmender Messungen:

$$10\bar{1}1 : \bar{1}011 = 78^0\ 49'$$

somit

$$c = 0,711572.$$

Die geringe Uebereinstimmung ist zunächst dadurch zu erklären, dass Rammelsberg seiner Rechnung die Neigung der Pyramide zum Prisma zu Grunde legte, welche letztere Fläche für genauere Messungen wegen der stets mehr oder minder mangelhaften Oberflächenbeschaffenheit ganz ungeeignet ist, wogegen die Pyramidenflächen, von denen Schabus ausgegangen ist, vermöge der guten Reflexe zu vollkommen genauen Bestim-

---

*) Poggendorff's Annalen **98**, 249, 1856.

) Ebendaselbst **100, 297, 1857.

mungen tauglich sind. Immerhin bleibt die ziemliche Uebereinstimmung der gerechneten und gemessenen Winkel Rammelsberg's auffallend.

Zwei Handstücke mit prachtvollen, stark glänzenden Vanadinitkryställchen von dem genannten Fundorte (Josefistollen in der Oberschäfleralpe) gaben mir Veranlassung, dieselben einer genauen goniometrischen Untersuchung zu unterziehen, zumal sich dieselben bei der Betrachtung mit der Lupe flächenreicher erwiesen als jene, welche Rammelsberg und Schabus zu Gebote standen. Ausser den beiden Stücken verdanke ich Sr. Exc. Herrn Geheimrath Baron v. Schröckinger vier kleine Stufen mit guten Krystallen und ein Stückchen mit der Fundortsangabe »Amerika«, dessen ziemlich ansehnliche Krystalle ausser dem Protoprisma und der Pinakoidfläche noch zwei Pyramiden gleicher Ordnung zeigen, sich jedoch wegen der Krümmung und des geringen Glanzes zu Messungen nicht eignen.

Das Ergebniss meiner an vier der vorzüglichsten Kryställchen ausgeführten Messungen stimmt ziemlich genau mit den Angaben von Schabus überein; es wurde die Neigung:

$$10\bar{1}1 : 0001 = 39^0\ 25'\ 56''$$

und daraus

$$c = 0{,}712177$$

gefunden.

Nachfolgende Zusammenstellung giebt die Uebersicht sämmtlicher am Vanadinit beobachteter Formen, für deren Bezeichnung ich unter I die von Schrauf gebrauchten Flächensignaturen des Apatit adoptirt habe; unter II und III sind die von Rammelsberg beziehungsweise Schabus gebrauchten Buchstaben angeführt und in den beiden letzten Columnen das Miller-Bravais'sche Symbol und das Naumann'sche Zeichen enthalten.

I	II	III	IV	V
c	—	*	0001	oP
a	p	P	$10\bar{1}0$	∞P
b	—	*	$11\bar{2}0$	$\infty P2$
h	—	—	$21\bar{3}0$	$\infty P\frac{3}{2}$
r	—	—	$10\bar{1}2$	$\frac{1}{2}P$
x	d	p	$10\bar{1}1$	P
y	d^2	—	$20\bar{2}1$	$2P$
q	—	q	$50\bar{5}2$	$\frac{5}{2}P$
z	—	—	$30\bar{3}1$	$3P$
v	—	*	$11\bar{2}2$	$P2$
s	d'_2	r	$11\bar{2}1$	$2P2$

Von den angeführten Formen sind r, z und h für den Vanadinit neu; die durch Rammelsberg und Schabus bereits früher bekannten Formen habe ich alle beobachtet, mit Ausnahme der Pyramide q, auch ist es

mir nicht gelungen, das von Letzterem erwähnte, unmessbare »Skalenoeder« in der Zone $x\,s\,a'$ zu constatiren.

Bezüglich der Beschaffenheit der Flächen ist zu bemerken, dass x und c vollkommen glatt und spiegelnd sind, letztere Fläche nicht selten ziemlich ausgedehnt, y und z glänzen weniger als die erstgenannten Flächen und zeigen eine sehr feine horizontale Streifung, die an dem Prisma 1. Ordnung ziemlich stark auftritt, r, v, s und b glänzen ziemlich lebhaft, sind aber immer sehr untergeordnet und in Folge der geringen Ausdehnung lichtschwach, die Messungen nur approximativ; h ist stark vertical gerieft, die Messung nur mit vorgeschobener Lupe möglich. Am Krystall Nr. 3 sind die b-Flächen vollzählig und ziemlich breit, am Krystall Nr. 4 zwei s-Flächen gross, aber runzelig, schlecht messbar.

Die nachstehende Tabelle enthält die wichtigeren gerechneten sowie die gemessenen Winkel nebst Angabe der Zahl der gemessenen Kanten und die abgelesenen Grenzwerthe.

	Gerechnet	Gemessen		
		Mittel	Zahl	Grenzwerthe
$c:r$	22° 21′ 5″	22° 18′ 12″	8	21° 45′ 0″—22° 29′ 0″
$:x$	—	*39 25 56	19	39 25 40 —39 26 20
$:y$	58 42 0	58 44 17	10	58 23 30 —58 32 0
$:z$	67 56 7	67 46 18	3	67 36 30 —67 54 10
$:a$	90 0 0	90 0 0	9	89 54 30 —90 3 30
$:v$	35 27 27	35 29 0	1	—
$:s$	54 55 42	54 37 0	1	—
$r:r'$	21 55 20	—	—	—
$x:x'$	37 2 1	37 1 48	16	37 1 20 —37 2 10
$y:y'$	50 35 5	—	—	—
$z:z'$	55 12 18	—	—	—
$v:v'$	33 43 18	—	—	—
$s:s'$	48 18 42	—	—	—
$x:a'$	71 29 0	71 26 40	6	71 23 50 —71 30 30
$s:a'$	45 8 10	45 11 0	1	—
$x:r$	17 4 51	17 7 48	8	16 54 0 —17 31 0
$:y$	19 16 4	19 18 21	10	18 57 30 —19 36 0
$:z$	28 30 11	28 20 22	3	28 1 0 —28 43 20
$:v$	18 31 0	18 30 21	7	18 28 20 —18 33 10
$:s$	26 20 58	—	—	—
$h:a$	19 6 24	19 1 7	4	18 53 30 —19 30 0
$:b$	10 53 36	10 58 52	4	10 30 0 —11 8 30
$a:a'$	60 0 0	60 0 24	16	59 52 0 —60 10 0
$:b$	30 0 0	30 0 21	8	29 55 0 —30 6 10

Der Typus der Vanadinitkryställchen ist ausnahmslos ein verticalsäulenförmiger, bedingt durch das Vorwalten des Prisma 1. Ordnung; die häufigste Combination ist die der Flächen a und x, zu denen sich nicht selten y als sehr schmale Facette sowie die c-Fläche als winzige Abstumpfung des hexagonalen Poleckes gesellt.

Die flächenreicheren beobachteten Combinationen sind auf Taf. IX, Fig. 1—4 in perspectivischer Darstellung und gleichmässiger Flächenausdehnung gezeichnet; Fig. 1 liegt die gewöhnliche Combination — *a*, *x*, *y*, *c* — zu Grunde, als minimale Flächen treten zwischen *x* und *c* noch die *r*-Flächen hinzu. Fig. 2 ist wegen der sehr ausgedehnten Basis bemerkenswerth; nebst den herrschenden Flächen *a*, *c*, *x* treten, durchwegs als sehr schmale Facetten, *y*, *r*, *v* und *s* auf; die Kryställchen dieser Ausbildung sind stets im Vergleich zu Fig. 1 weniger lang säulenförmig. Zwei der stärksten Säulchen sind hohl, eine Erscheinung, die an zahlreichen Braunbleierzkrystallen und von v. Zepharovich am Vanadinit aus »Unterkärnten« beobachtet wurde*); die Höhlung scheint ein negatives Protoprisma darzustellen, auf der *c*-Fläche mündet dieselbe als ein concentrisches Hexagon, dessen Kanten durch die *x*-Flächen abgestumpft erscheinen, in grösserer Tiefe ist der Hohlraum von zelliger Vanadinitsubstanz erfüllt.

Fig. 3 stellt einen ziemlich kurz säulenförmigen Krystall dar, an dem die *a*- und *b*-Flächen vollzählig und fast von gleicher Breite ausgebildet sind, am oberen Ende treten vorwaltend die *x*-Flächen auf, *y* und *v* sind sehr schmal, *c* und *s* sehr klein.

In Fig. 4 ist die flächenreichste der beobachteten Combinationen gezeichnet. Das Kryställchen — 1¼ mm lang und nicht ganz 1 mm breit, nach einer Kante *ca* ausgezogen — war schief aufgewachsen und zeigte auch den unteren Pol theilweise ausgebildet. Ausser den herrschenden Flächen *a*, *c* und *x* treten an diesen Kryställchen zwei breit angelegte, aber nicht gut messbare *s*-Flächen — oben und unten —, ferner als schmale Facetten *y*, *v*, *b* und die beiden neuen Formen *z* und *h* auf; *z* ist oben und unten, *h* nur als eine einzige, sehr schmale Fläche beobachtet worden. Die Messungen, durchwegs mit vorgeschobener Lupe ausgeführt, ergaben:

		Berechnet:
$h : a =$	$18^0\ 53'\ 30''$	$19^0\ 6'\ 24''$
$z : y =$	$9\ \ 22\ \ 0$	$9\ \ 14\ \ 7$

Fig. 5 giebt eine möglichst genaue Zeichnung eines nicht besonders guten Kryställchens, das aber wegen der beiden gross ausgebildeten Parallelflächen von *h* — nach denen es dick tafelig ist — bemerkenswerth erscheint. Wenn auch an keinem der untersuchten Kryställchen mehrere *h*-Flächen beobachtet wurden, so berechtigt wohl doch das Auftreten nur zweier, aber paralleler Flächen dieser Form die Annahme eines Tritoprisma, zumal die Isomorphie des Vanadinit mit Pyromorphit, Mimetesit und Apatit zweifellos ist. Die *h*-Flächen sind an diesem Kryställchen stark vertical gerieft, die Messung approximativ. Es wurde ermittelt:

*) Sitzungsber. d. königl. Gesellsch. d. Wissensch. Prag 1865, 12.

	Berechnet:
$h : x = 52^0\,45'$	$53^0\ \ 7'$
$h : y = 36\ \ 27$	$36\ \ 10$

Wegen der Kleinheit der Kryställchen ist es nicht gelungen, trotzdem eine ansehnliche Zahl derselben verarbeitet wurde, den Charakter der Doppelbrechung zu bestimmen. Mit der dichroskopischen Lupe untersucht, erscheint das dem ordinären Strahl entsprechende Bild röthlichbraun, jenes dem extraordinären angehörige bräunlichgelb.

5. Pyrit vom Lillschacht in Přibram.

Im Herbste des verflossenen Jahres sind am oberen Schwarzgrübner Gang ober dem dritten Laufe im nördlichen Felde am Lillschacht in Přibram in einem kleinen, mit graulichweissen durchscheinenden Calcitkrystallen — $(01\bar{1}2) = -\frac{1}{2}R$, $(10\bar{1}0) = \infty R$ — ausgekleideten Drusenraume in spärlicher Anzahl nach den tetragonalen Axen lang gezogene, oft unter rechten Winkeln geknickte Pyritkryställchen vorgekommen, für deren Mittheilung ich Herrn Ministerialrath F. M. Ritter von Friese zu besonderem Danke verpflichtet bin.

Den Kryställchen liegen die am Pyrit wohl gewöhnlichsten Formen: $(100) = \infty O \infty$ und $\pi(102) = \frac{\infty O 2}{2}$ zu Grunde. Von den vier, in eine Zone ebensovieler Dodekaëderflächen fallenden Hexaëderflächen sind jedoch nur die beiden, die scharfe Kante der erwähnten Dodekaëder abstumpfenden Parallelflächen ausgebildet, dabei das Kryställchen nach der Zonenaxe oft sehr stark gedehnt, so dass es einem hexagonalen oder rhombischen Prisma mit dem Brachypinakoid auf den ersten Blick nicht unähnlich ist. Terminirt erscheinen die Säulchen durch das entsprechende Dodekaëderpaar, das wieder mit zwei Hexaëderflächen nach einer zur Längsrichtung des ersten Säulchens normalen Hexaëderkante gestreckt erscheint. Auf das zweite Säulchen setzt sich ein drittes, entweder vollkommen parallel zum ersten an oder es folgt der dritten Raumrichtung der Hexaëderkanten. Indem das Wachsthum der einzelnen Componenten des Pyritindividuums in der angedeuteten Weise fortsetzt, entstehen ausserordentlich zierliche mehrfach hackenförmig gebrochene Gebilde, von denen ein 8 mm hohes auf Taf. IX, Fig. 6 der natürlichen Ausbildung vollkommen entsprechend dargestellt erscheint. An jenen Stellen, wo eine Hexaëderfläche eines Säulchens mit der nächstgelegenen Dodekaëderfläche des vorhergehenden zusammentrifft, setzen Dyakisdodekaëder — $\pi(321) = \frac{3 O \frac{3}{2}}{2}$ — entweder einzeln oder in grösserer Zahl an, und indem sie die Anwachsstellen verstärken, stützen sie den ganzen Bau.

Die Hexaëderflächen sind ziemlich glatt und spiegelnd, dessgleichen

sind die $\pi(321)$-Flächen eben, aber weniger spiegelnd, die Dodekaëder sind stark gewölbt und oft mehrfach parallel ihrer Combinationskante mit dem Hexaëder gebrochen. Die Messungen am Reflexgoniometer konnten nur mit vorgesteckter Lupe vorgenommen werden und gestatten demgemäss nur mit einiger Sicherheit die Reihe der Dodekaëder als $\pi(601) = \infty O 6$, $\pi(702) = \infty O \frac{7}{2}$, $\pi(904) = \infty O \frac{9}{4}$, $\pi(201) = \infty O 2$ und $\pi(503) = \infty O \frac{5}{3}$ zu bestimmen.

Es wurden als Mittel erhalten:

	Gemessen:	Gerechnet:
001 : 106 =	9° 44′	9° 28′
: 207 =	15 42	15 57
: 409 =	23 43	23 58
: 102 =	26 23	26 34
: 305 =	30 48	30 58
: 213 =	36 33	36 42
100 : 132 =	57 49	57 41

Von den angeführten Dodekaëdern wäre, wenn die Messung präciser durchgeführt werden könnte, die Form $\pi(601)$ für den Pyrit neu. Für die beiden nächsten beobachteten Dodekaëder $\pi(701) = \infty O 7$ und $\pi(902) = \infty O \frac{9}{2}$ berechnen sich die Winkel:

001 : 107 = 8° 8′
: 209 = 12 32

lassen also ansehnliche Differenzen gegen den beobachteten Winkel

001 : 106 = 9° 44′

erkennen.

6. Datolith von Kuchelbad bei Prag.

Von secundären Mineralbildungen, die Klüfte und Drusenräume im Kuchelbader Diabas auskleiden, bietet vielleicht der Datolith das meiste Interesse. J. Krejči hat wohl zuerst das Datolithvorkommen von dem angeführten Fundorte erwähnt, aber nicht näher untersucht*).

Der Datolith bildet theils derbe, gross- und lockerkörnige, milch- und gelblichweisse Massen als Ausfüllung von Klüften, theils kleinere Drusen von stark verwachsenen Kryställchen von gelblich- oder graulichweisser Farbe; spärlich trifft man winzige vollkommen farblose Individuen an. Als jüngere Bildung trägt der Datolith kleine, rissige Analcim- und sehr selten farblose Calcitkryställchen, nicht selten ist aber der Datolithdrusenraum von späthigem, weingelbem Kalkspath ganz erfüllt.

Die Datolithkrystalle sind ziemlich flächenreich, namentlich jene, die als jüngere Bildung Analcim und Calcit tragen. Von den 68 von E. Dana**)

*) Jahrbuch d. k. k. geolog. Reichsanst. 12, 263.

**) American Journal, III. S. Vol. IV, 1872, 16 und Tschermak Min. Mitth. 1874, 1.

angeführten Formen sind folgende 18 — durchwegs bereits bekannte — nachgewiesen worden:

$c(001) = oP$, $a(100) = \infty\bar{P}\infty$, $b(010) = \infty\breve{P}\infty$, $\sigma(210) = \infty\bar{P}2$, $t(320) = \infty\bar{P}\frac{3}{2}$, $g(110) = \infty P$, $m(120) = \infty\breve{P}2$, $x(101) = -\bar{P}\infty$, $\xi(\bar{1}01) = \bar{P}\infty$, $M(011) = \breve{P}\infty$, $\gamma(221) = -2P$, $n(122) = -\breve{P}2$, $\beta(142) = -2\breve{P}4$, $\varepsilon(\bar{1}11) = P$, $\lambda(\bar{3}22) = \frac{3}{2}\bar{P}\frac{3}{2}$, $\mu(\bar{2}11) = 2\bar{P}2$, $\varkappa(\bar{5}22) = \frac{5}{2}\bar{P}\frac{5}{2}$, $\omega(\bar{3}11) = 3\bar{P}3$.

Von sämmtlichen angeführten Flächen gaben nur a, c, x, n und M das Fadenkreuz, a, x, n und m sind glatt, c parallel der Kante zu ε, M parallel jener zu c gerieft; b, σ, t, g, ξ und β sind eben aber spiegeln schwach, ε, λ, μ, $\varkappa$ und ω sind parallel ihren Combinationskanten stark gerieft, λ und ε häufig matt; μ, $\varkappa$ und ω übergehen in Folge der starken Riefung oft in eine gekrümmte Fläche. Die Fläche γ ist nur einmal beobachtet und unmessbar, ihr Symbol wurde aus den Zonen xm und tn abgeleitet.

In nachstehender Tabelle sind die gemessenen Winkel mit den aus Dauber's von Rammelsberg und Groth adoptirten Elementen*) gerechneten zusammengestellt, die Zahl der gemessenen Kanten und die Grenzwerthe angegeben.

	Gerechnet	Beobachtet		
		Mittel	Zahl	Grenzwerthe
$a:\sigma$	17° 33′ 32″	17° 42′	1	—
$:t$	22 52 37	22 49	4	22° 45′—22° 58′
$:g$	32 19 46	32 17	4	32 12 —32 24
$:m$	51 41 21	51 42⅔	8	51 34 —51 45
$:x$	44 48 35	44 47⅚	6	44 45 —44 50
$:c$	89 51 0	89 54½	12	89 50 —89 58
$:n$	66 57 8	66 57⅓	13	66 51 —67 0
$:M$	89 52 24	89 54	18	89 50 —89 58
$:\gamma$	38 49 23	—	—	—
$:\beta$	72 40 43	72 29	3	72 24 —72 36
$a':\xi$	44 57 38	44 56½	2	44 54 —44 59
ω	21 18 4	21 1⅓	7	20 56 —21 31
$:\varkappa$	25 5 59	25 9⅔	13	25 2 —25 14
$:\mu$	30 24 21	30 27	8	29 55 —30 39
$:\lambda$	38 6 13	38 9⅓	11	37 58 —38 18
$:\varepsilon$	49 40 27	49 39	14	49 29 —49 50
$n:x$	34 23 0	34 22¼	12	34 21 —34 23½
$:M$	22 55 16	22 58	2	22 53 —22 59
$:\beta$	18 53 15	19 1	1	—
$:m$	50 58 51	50 53	2	50 50 —50 56
$:b$	60 18 46	60 17	1	—
$:c$	38 55 34	38 52⅔	7	38 49 —38 56
$M:\beta$	25 40 59	25 39	1	—
$m:\beta$	39 21 58	38 59	1	—
$\varepsilon:\xi$	24 18 43	42 13	1	—

*) $a:b:c = 0{,}6329:1:0{,}6345$, $\beta = 89^\circ\ 51'$; Pogg. Ann. **103**, 132, 1858. Zeitschr. d. d. geolog. Gesellsch. 1869, 809. Mineraliensammlung d. Strassb. Univ. 186.

Auf Taf. IX ist in Fig. 7 eine Combination gezeichnet, welche den grösseren, gelblich- und graulichweissen Krystallen zu Grunde liegt; ausser den gezeichneten Flächen treten noch als sehr schmale Facetten λ, μ, $\varkappa$, ω und t auf; β ist dreimal, γ einmal beobachtet worden. Die ganz kleinen, farblosen Kryställchen, mitunter nach einer Kante nM lang gestreckt, zeigen den in Fig. 8 dargestellten Typus; zu den eingezeichneten Formen treten noch als winzige Flächen m, g und t hinzu; σ ist nur einmal constatirt worden.

Das Eigengewicht des Kuchelbader Datolithes ist mittelst des Pyknometers = 2,894 bestimmt worden.

Die chemische Zerlegung, welche ich der Güte des Herrn Professor K. Preis in Prag verdanke, ergab die unter I angeführten Zahlen, die unter II nach Ausschluss des $CaCO_3$ auf 100 reducirt sind.

	I.	II.
SiO_2	36,99	38,40
CaO	33,35	34,62
B_2O_3	20,10	20,89
H_2O	5,87	6,09
$CaCO_3$	3,50	—
	99,81	100,00

7. Albit von Kuchelbad.

E. Bořický beschrieb Albit als neueres Gebilde auf Spalten im Diabas vom Gipfel des Bergrückens von Kuchelbad*). Die Kryställchen dieses Vorkommens sind milch-, gelblich- und graulichweiss, ausserordentlich klein und häufig stark verwachsen, die ganze Grünsteinfläche gleichmässig bedeckend, nicht selten von einer späthigen Kalkspathschicht überdeckt. Die Form derselben ist — wie auch Bořický angiebt, und soweit sich dieselbe mit der Lupe bestimmen lässt — ganz ähnlich der gewöhnlichen Albitform, immer sind dieselben Zwillinge, wie es den Anschein hat, nach dem gewöhnlichen Gesetze. Die Kryställchen sind mit einem Ende der Brachydiagonale aufgewachsen, so dass die stark gerieften Flächen der Prismen nach aufwärts gerichtet sind. Eine goniometrische Untersuchung scheiterte an der Kleinheit und der ungünstigen Flächenbeschaffenheit der Objecte.

Auf zwei vorliegenden, mit Calcit überdeckten Analcimdrusen wurden, nachdem das Kalkcarbonat weggeätzt worden, kleine rectangulär begrenzte Täfelchen von höchstens 1½ mm Länge, 1 mm Breite und kaum ½ mm Dicke wahrgenommen; dieselben sind farblos und pellucid, gegen das aufgewachsene Ende hin weiss und undurchsichtig. Von Säure wurden

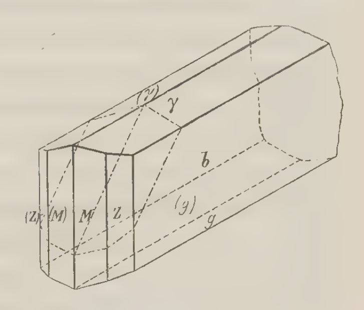
*) Lotos, Prag 1867, 91.

sie nicht angegriffen, vor dem Löthrohre sind sie schwierig unter intensiver Natronreaction zu einem farblosen Glase schmelzbar. An den ausgedehnten, die Tafelform bedingenden Flächen liessen sich Spaltrisse wahrnehmen und die erzeugten Spaltflächen verwiesen auf einen Plagioklaszwilling. Die goniometrische Untersuchung, welche wegen der ungünstigen Flächenbeschaffenheit nur approximative Bestimmungen zuliess, gestattet im Verein mit dem früher angeführten Verhalten die fraglichen Kryställchen gleichfalls für Albit anzusehen.

Es wurden an drei Kryställchen die Formen: $b(010) = \infty P\breve{\infty}$, $M(110) = \infty P,$, $Z(130) = \infty P\breve{3},$, $\gamma(\bar{1}12) = \frac{1}{2},P$, $g(\bar{1}\bar{1}2) = \frac{1}{2}P,$ und $c(001) = oP$ nachgewiesen. Die Messung ergab folgende Mittelwerthe im Vergleich zu den berechneten Winkeln:

	Gemessen:	Gerechnet:
$b : M$	$= 60^0\ 25'$	$60^0\ 27'$
$: Z$	$= 30\ \ 7\frac{1}{2}$	$30\ \ 2$
$: c$	$= 86\ \ 16$	$86\ \ 24$
$: \gamma$	$= 69\ \ 12\frac{1}{2}$	$70\ \ 46$
$: g$	$= 79\ \ 25$	$78\ \ 13$
$M : (M)$	$= 58\ \ 38$	$59\ \ 6$
$: Z$	$= 28\ \ 54$	$30\ \ 25$
$c : (c)$	$= 6\ \ 57$	$7\ \ 12$
$\gamma : (\gamma)$	$= 37\ \ 35$	$38\ \ 28$
$g : (g)$	$= 24\ \ 14$	$22\ \ 34$

In nebenstehendem Holzschnitt ist ein Kryställchen in idealer Ausbildung entworfen und mit punktirt-gestrichenen Linien die c-Spaltflächen eingezeichnet; an den Kryställchen selbst treten sie als winzige Abstumpfung des Eckes $M(M)\gamma(\gamma)$ auf. Die sehr schmalen M- und Z-Flächen sowie b sind stark vertical gerieft, γ und g — am Albit sonst nur als untergeordnete Flächen auftretend — sind nächst b am meisten ausgedehnt und bedingen den fast rectangulären Typus der Täfelchen; sie sind stets stark gewölbt und drusig; nicht selten hat es den Anschein, als wenn sie durch Tracen von c unterbrochen wären.



XXIV. Mikroskopisch-mineralogische Miscellen.

Von

H. Fischer in Freiburg i. B.

Im Folgenden wünsche ich eine Reihe von Beobachtungen mitzutheilen, welche sich an meine früher publicirten »Kritischen Studien« anschliessen; dieselben beziehen sich theilweise auf die Prüfung opaker Substanzen bezüglich ihrer Homogenität, theilweise auf das Krystallsystem mikrokrystallinischer Mineralien.

Schwefelverbindungen.

Dass man sich auch bei opaken Mineralien durch eine mechanische Procedur, nämlich durch Dünnschliffe oder andererseits durch blossen Anschliff noch ein Urtheil über ihre Homogenität oder deren Gegentheil bilden könne, habe ich schon in meinen Kritischen Studien 1869, S. 5, 21 am Chromeisen und ebenda 1. Fortsetzung 1871, 4 am Zinnkies gezeigt.

In ähnlicher Weise habe ich nun auch dem **Berthierit** mein Augenmerk zugewendet. Von diesem Mineral, welches meines Wissens keine Krystalle aufzuweisen hat, werden bis in die neueste Zeit (vergl. Naumann-Zirkel, Elem. der Miner. 1877, S. 307) dreierlei Modificationen aufgeführt, welche sich durch schwankende Mengen des Schwefeleisens gegenüber dem Schwefelantimon von einander unterscheiden sollen und zum Theil am gleichen Fundort (z. B. Bräunsdorf bei Freiberg in Sachsen, Chazelles in der Auvergne) mit einander vorkommen.

Dieser Umstand schien mir ebenso verdächtig, wie seiner Zeit die grossen Schwankungen der Bestandtheile beim Chromeisen und ich entdeckte denn auch wirklich im Dünnschliff des einzigen in unserem Museum befindlichen Vorkommens (von Bräunsdorf) eingesprengte, winzige, kaum mit der Lupe noch sichtbare Pyritwürfelchen, welche bei der Auslese des Materials zu einer Analyse leicht übersehen worden sein könnten.

Dasselbe fand ich an dem Berthierit von Arany Idka (Ungarn),

welchen mir Herr College Groth zu diesem Behufe gefälligst überliess. Ein aus der gleichen Quelle stammendes Fragment von Berthierit aus Andreasberg (Harz), von welchem ich noch keine Analyse kenne, zeigt nur messinggelb angelaufene Nadeln, aber keine Pyritkryställchen. Die Prüfung vor dem Löthrohr ergab aber andererseits bei beiden, dass sie selbst mit dem Gebläse nicht nur nicht leicht, wie es vom Berthierit angegeben wird, sondern gar nicht schmelzbar sind, vielmehr nur einen Beschlag geben, der beim Andreasberger blos auf Antimon, beim ungarischen Berthierit auf Antimon, Arsen und Blei deutete; das Mineral schmilzt aber, wie gesagt, nicht nur nicht zur Kugel, es rundet sich sogar kaum an den Kanten etwas ab. Der Berthierit von Chazelles in der Auvergne, welcher seinerseits von der stängeligen Textur, wie sie sonst dem Berthierit zugeschrieben wird, auf dem frischen Bruch gar nichts, wohl dagegen auf der verwitterten Oberfläche erkennen lässt, zeigt vor dem Löthrohr das correcte Verhalten. Auch die Erscheinungen, die man bei Prüfung dieser verschiedenen Berthierit-Sorten im Glaskölbchen bekommt, sind ganz verschieden, was ich aber hier nicht näher ausführen will.

Da nun vom Berthierit aus Arany Idka doch eine Analyse vorliegt, so mag es sein, dass dort noch ähnlich aussehende andere Verbindungen vorkommen, welche dann gleichfalls im Handel als Berthierit cursiren, und dürften also die Exemplare, welche nicht das richtige Löthrohrverhalten zeigen, sowie die Andreasberger Berthierite einer erneuten Untersuchung zu unterwerfen sein.

Polirte Anschliffe opaker Substanzen, welche nicht krystallisirt, noch auch nur spaltbar vorkommen, also der deutlichen Individualisirung entbehren und andererseits in den Analysen erhebliche Schwankungen aufweisen, können etwaige fremde Einlagerungen schon an und für sich bei der Betrachtung mit der Lupe erkennen lassen; ausserdem lässt sich aber, ähnlich wie bei dem Meteoreisen, auch noch der Versuch anstellen, ob solche Interpositionen sich etwa auch gegen Salpetersäure u. s. w. anders als die Grundmasse verhalten.

Von solchen nicht krystallisirten Substanzen erwähne ich z. B. Selenbleikupfer und Selenkupferblei, Eukairit, Kobellit, Fournetit, Annivit, Studerit, Wismutkobaltkies.

Da mir eine Anzahl dieser Körper nicht zu Gebote steht, so bemerke ich nur, dass z. B. der Wismutkobaltkies im Schliff das Ansehen bietet, als wenn die langen, dünnen, wie aus einzelnen Körnchen zusammengesetzten Nadeln in einer andersartigen nicht glänzenden Grundmasse eingebettet wären.

[Bezüglich des im Eingang beiläufig erwähnten Chromeisens bemerke ich noch, dass fortan getrost in dessen Formel die Magnesia und Alumia mit aufgeführt wird, während doch das Material zu Dünnschliffen

gewiss überall reichlich genug vorhanden ist, um meine a. a. O. mitgetheilten Resultate auf das Allerschärfste zu controliren. Angesichts eines Präparates aber, in welchem zwischen den (für gewöhnliche Verhältnisse opaken) Chromeisenpartikeln eine mitunter fast ebenso reichliche, farblose, mit Aggregatpolarisation behaftete Mineralsubstanz eingewachsen ist, muss es doch die schwersten Bedenken erregen, die Bittererde und Thonerde, wenn sie auch noch so schön in die Formel passten, kurzweg in dieselbe mit aufzunehmen, ohne den Nachweis zuvor geliefert zu haben, dass sie keinen Theil an jener zwischengewachsenen farblosen Substanz haben, deren mechanische Abtrennung von der opaken ich zu den schwierigsten Geschäften rechnen müsste. Ausserdem möchte ich aber auch die Frage stellen, mit welchem Recht die Kieselsäure, welche in den Analysen von 0 bis 10,60 schwankt, bei der Formel ganz unberücksichtigt bleibt. Sie passt eben nicht in die Formel, gerade dies muss aber um so mehr zu einer schärferen Untersuchung veranlassen, inwiefern man berechtigt sei, jene farblose Substanz etwa als Quarz, somit die Kieselsäure als Verunreinigung bei der Analyse aufzufassen und bei der Formel zu vernachlässigen.]

Die **Schalenblende** von Geroldseck bei Lahr (Baden) zeigte mir im Dünnschliff ein Gewirre von Nadeln, welche zwischen gekreuzten Nicols polarisiren; sie gehört demnach zum Wurtzit, wie dies auch schon Breithaupt von irgend einer faserigen Schalenblende vermuthete.

Silicate.

Als **Bowlingit** ist eine angeblich neue Silicatspecies aus Schottland von Hannay aufgestellt (Mineralogical Magazine, No. 5, pag. 154; diese Zeitschr. **3**, 110); dieses wasserhaltige Alumia-, Magnesia-, Eisensilicat soll gerade in dem reinsten Material 4,98% Kalkcarbonat enthalten, welch' letzteres desshalb in die Formel mit aufzunehmen sei.

In einem dunkelgrünen Mineral, wie dieses, können jedoch immerhin genug allerfeinst vertheilte Partikelchen fremder Substanzen so versteckt sein, um bei der Analyse etwa 5% zu betragen und um Demjenigen verborgen zu bleiben, welcher sich in einem solchen Fall die heutzutage unbedingt nöthige Mühe nicht nimmt, über das Verhalten des Dünnschliffs eines Minerals vollends von geringer Härte Bericht zu erstatten. Auch das Löthrohrverhalten ist wieder nicht angeführt.

Seitens der mikroskopirenden Mineralogen wird gegen die noch immer fortdauernde Aufstellung solcher nur aus Versäumniss unvollständig beschriebener und ungenügend begründeter Species mit allem Ernste und so lange anzukämpfen sein, bis die Angabe des Verhaltens eines Dünnschliffs bei durchsichtigen oder doch durchscheinenden Substanzen und des An-

schliffs bei opaken Körpern, sowie der Bericht über das Verhalten vor dem Löthrohr und gegen Säuren als etwas Selbstverständliches zur Regel gemacht ist, so gut wie die Notizen über specifisches Gewicht und dergleichen.

Ausserdem wäre es aber nicht nur für eine erwünschte Beigabe zur Beschreibung einer neuen Mineralspecies, vollends aus dem grossen Heere der Silicate, sondern geradezu für ein Zeitbedürfniss zu erklären, dass sich die Gründer derselben die Mühe nähmen, die nächst verwandten Arten namhaft zu machen, deren Unterscheidung von der neuen Species in Kürze zu fixiren und ihr so den etwaigen Platz im Systeme anzuweisen, anstatt dieses höchst zeitraubende und langweilige Geschäft jedem einzelnen Leser zuzumuthen.

Solche Versäumnisse würden bald verschwinden, wenn die Herausgeber mineralogischer Zeitschriften und Lehrbücher sich unter Publicirung dieses Vorhabens zum Grundsatz machen wollten, keiner neuen Species die Ehre des Referates, beziehungsweise der Aufnahme in ein System zu erweisen, welche nicht alle obenerwähnten Postulate einer wissenschaftlichen Aufstellung pünktlich erfüllen. Soweit ist denn die mineralogische Lehre doch jetzt vorgeschritten, dass ein derartiges Verlangen nicht übertrieben erscheint; es genügte vielmehr für unfertige Species der Bericht des Namens, des Autors und die Notiz, dass man einer vollständigeren Begründung entgegensehe.

Klipsteinit. Unter diesem Namen beschrieb v. Kobell (Münch. Akademie 1865, **2,** 340) ein von Klipstein entdecktes Mineral von der Grube Bornberg bei Herborn (unweit Dillenburg) in Nassau, welches ein wasserhaltiges Silicat von Manganoxydul, Manganoxyd, etwas Eisenoxyd, Thonerde und Magnesia sein soll. — Die Angabe, das Pulver werde von Salzsäure unter Chlorentwicklung mit Abscheidung von Kieselschleim leicht gelöst, erregte bei mir Bedenken, da diese Erscheinung bei einem reinen Mangansilicat doch nicht zu erwarten wäre. Ich ersuchte daher Herrn Collega v. Kobell um Ueberlassung eines Exemplars dieser Substanz behufs mikroskopischer Prüfung, welcher Bitte Derselbe bereitwillig entsprach. Es stellte sich dabei heraus, dass der betreffende Körper im gepulverten Zustande aus rothbraunen oder gelblichen, bei gekreuzten Nicols isotropen Theilchen besteht, ausserdem aber aus opaken, schwarzen, Partikeln, welche bei schwacher wie stärkster Vergrösserung kein Licht mehr durchlassen.

Da nun das chemische Verhalten für ein Gemenge spricht und da ich an meinem Exemplar zwischen den rothbraunen und schwarzen pechglänzenden Silicatpartien ganz dünne blättrige Zwischenschichten von anderem Habitus wahrnehme, so wäre es erwünscht, wenn Solche, denen mehr

Material zu Gebote steht, jene Zwischenschichten näher untersuchen wollten, ob sie etwa einem wasserhaltigen kieselfreien Manganoxyd entsprechen, wornach dann der Rest als ein amorphes — also immerhin nicht zum Rhodonit oder zum Tephroit zu zählendes, selbständiges Mangansilicat zu betrachten wäre.

Der **Karpholith** zeigt schwachen Dichroismus (gelblich und farblos) und löscht schief aus, etwa unter dem Winkel von 24°, wonach er zu einem klinoëdrischen System gehört. Die schiefe Auslöschung lässt sich indess nur an vereinzelten Nadeln wahrnehmen, da die meisten sich, wenn sie auf eine Glasplatte gebracht werden, auf das Orthopinakoid auflegen und dann senkrecht auslöschen. Hierdurch erklärt sich jedenfalls die abweichende Angabe Groth's (Mineraliensammlung der Univ. Strassburg 1878, S. 189).

Den **Krokydolith** vom Cap und von Golling suchte ich gleichfalls optisch zu prüfen; aber auch bei schwächster Vergrösserung, d. h. günstigster Beleuchtung verschwindet das Bild der feineren, durchscheinenden Nadeln bei gekreuzten Nicols vermöge ihrer geringen Dicke vollständig und die dickeren lassen schon bei parallelen Nicols zu wenig Licht hindurch.

Ueber den sog. **schlackigen Augit** von Giuliana in Sicilien. In meiner Schrift: Clavis der Silicate. Leipzig 1864, 4, kamen S. 31 und 106 die früher wenig beachteten Substanzen Tachylyt und Hyalomelan, welchen nachher mancherlei Aufmerksamkeit zugewendet wurde, näher zur Sprache. Als einen wahrscheinlich ähnlichen, mir damals aber noch nicht durch Autopsie bekannten Körper führte ich den von Hausmann (Miner. 548) und Klaproth (Beiträge IV, 190) mit dem Namen »schlackiger Augit« belegten Körper von Giuliana in Sicilien an, welcher dort in Kalk vorkommen soll.

Ich finde auf einer mir vorliegenden geognostischen Karte von Sicilien (ohne Autor, Jahreszahl und Druckort, gezeichnet von Zirbeck, gestochen von Kliewer) einen Ort Giuliana eingetragen, welcher in der Intendantur Palermo, südlich Palermo, etliche Meilen südwestlich Corleone und fast ganz westlich nahe bei Chiusa liegt. Dieser Ort ist dort als mitten im Kreidekalkstein gelegen angegeben.

Ich hatte mich längst bemüht, dieser Substanz ansichtig zu werden und erhielt denn vor einiger Zeit durch die Güte des Herrn Oberbergrath Websky in Berlin ein dem königl. Museum daselbst gehöriges Stückchen derselben zu näherer Betrachtung geliehen. Dieses Vorkommen zeigt im Ganzen einen dick- und grossschaligen Bau und ist zusammengesetzt einerseits aus farblosem undurchsichtigem Quarz, der in kleinen Hohlräumen als $\infty P \,.\, P$ auskrystallisirt, sonst aber kurz- und dickstängelig bis fast grobkörnig erscheint, andererseits eben aus dem sogenannten schlacki-

gen Augit, welcher auf der Oberfläche längsrunzlig und warzig aussieht und abwechselnd mit mikrokrystallinischem Quarz gebogene, nur wenige Millimeter dicke Lagen bildet; der Bruch desselben ist kleinmuschelig, der Glanz Pechglanz, die Farbe rabenschwarz; da und dort erkennt man auf der Oberfläche dünne Häutchen von Quarz. Die eine Seite des einzigen Exemplares, das ich sah, ist mit Flechtenansatz bedeckt, also wohl ein Anbruch direct von einer Felswand; die Quarzfläche ist ebenfalls unrein gelb, das glasige Mineral selbst aber, wovon zwei Dünnschliffe winziger Splitter mir eine holzbraune, isotrope Masse verriethen, sah gleichwohl ganz frisch aus.

Ich habe a. a. O. wohl das Verhalten gegen Säuren nach Klaproth erwähnen, jenes vor dem Löthrohr aber nach Hausmann nur unvollständig angeben können; ich hole daher jetzt auf Grund eigener Prüfung nach, dass dünne Splitter unter geringer Auftreibung und schwacher Gelbfärbung der Flamme unschwer zu schmutzig graubraunem schlackigem Email schmelzen.

Von Kalk konnte ich an dem mir vorgelegenen Stückchen nichts wahrnehmen. Gegen ein Vorkommen dieser glasigen Masse auf Klüften vulkanischer Gesteine ähnlich wie die Eingangs angeführten Körper: Tachylyt u. s. w. scheint das enge Verwachsensein mit Quarz Einsprache zu erheben.

Es mögen diese Zeilen somit nur dazu beitragen, solche Forscher, welche etwa jene Gegend Siciliens bereisen, auf diese Substanz und die Ergründung ihres Auftretens hinzuweisen.

Vermöge des verhältnissmässig selteneren Vorkommens solcher basischen vulkanischen Gläser in separaten Massen und vermöge des Umstandes, dass dieser Körper mit Quarz verwachsen ist, andererseits aber im Kalk zu Hause sein soll, schien es mir immerhin geeignet, zur eventuellen Aufklärung dieses seltsamen Sachverhaltes durch einen kurzen Hinweis beizutragen.

In der Substanz **Beauxit** (nicht = Bauxit) erkannte ich ein Gemenge von Eisenoxydkörnern mit rothem Thon.

Von dem englischen Minerale **Isopyr**, unter welchem Namen früher so vielerlei ganz andere Dinge in den Handel kamen (vergl. meine Krit. Studien 1869, S. 14, 15; 1. Forts. 1871, 58), erhielt ich endlich durch Herrn Dr. Schuchardt (Görlitz) ächte Stücke, welche die correcten Löthrohrreactionen zeigen. Einen hinreichend durchscheinenden Schliff behufs optischer Prüfung konnte ich nicht erzielen. Die feinst gepulverte Substanz jedoch lässt in den dünnsten Splitterchen noch eben eine braungelbe Farbe und bei gekreuzten Nicols isotrope Beschaffenheit erkennen.

soweit dies unter so ungünstigen Verhältnissen noch festzustellen ist. Das Mineral wäre demnach als amorph constatirt.

Der **Aphrodit** von Longbanshyttan erscheint unter dem Mikroskop blättrig und polarisirt entschieden einheitlich; ich könnte aber nicht sagen, dass ich an irgend einem der Blättchen so deutliche Umrisse beobachtet hätte, um darnach die Auslöschung näher zu bestimmen. Die Blättchen erscheinen bei starker Vergrösserung und gleichzeitiger Anwendung der Polarisation in einer bestimmten Richtung gestreift. Diese Streifung zur Orientirung zu verwerthen, sehe ich jedoch vorerst noch keine Berechtigung und muss die Frage über das Krystallsystem somit offen lassen.

Der **Stilpnomelan** von Brunsjoe (Schweden) ist in dünnen Blättchen stark dichroitisch (grünlichgelb gegen dunkelgrün) mit sehr starker Absorption; hiermit ist bei diesem sehr vollkommen monotomen Mineral, dessen Krystallsystem bisher unbekannt war, schon die Exclusion der optisch einaxigen Körper gewonnen; die Blättchen haben aber im Allgemeinen sehr undeutliche Umrisse, ich kann deshalb nur mit einiger Unsicherheit angeben, dass sie mir schief (etwa unter einem Winkel von 15 Grad) auszulöschen scheinen. Das Vorkommen von Zuckmantel in Schlesien zeigt dasselbe Verhalten, jenes von Weilburg (Nassau) ist mehr bündelförmig faserig als nur schmalblättrig zu nennen und lässt beinahe gar keine Einstellung einzelner Individuen mehr durchführen, zeigt jedoch, wo letzteres noch gelingt, die gleiche Auslöschung. —

Auf Kluftflächen eines in unserem Gneiss bei Freiburg öfter als Einlagerung auftretenden schwarzgrünen dichten, enorm zähen Glimmerschieferähnlichen Gesteines, das ich früher vor den eingehenderen mikroskopischen Studien für dichten Diorit angesprochen hatte, beobachtete ich sowohl am Fuchskopf nächst Freiburg, als an der Albersbacher Höhe über dem Höllenthal kirschrothe, schwachglänzende, feinst schuppige, nagelgrosse Blätter, welche unter der Lupe die eigenthümliche Erscheinung einer feinen, oft parallelen Liniirung zeigen. Unter dem Mikroskop löst sich diese Substanz, die man ohne diese Prüfung leicht für ein selbständiges Mineral hätte halten können, in ein Gemenge röthlichgelber winziger Glimmerblättchen auf, welche da und dort von Nadelbüscheln (zufolge der allerdings äusserst schwierig zu constatirenden Auslöschung höchst wahrscheinlich Andalusit [Fibrolith]) durchzogen sind, während sich nebenher auch gesondert haarfeine, geschwungene und verwirrt liegende Nadeln (wohl gleichfalls Fibrolith) einstellen.

Recht überraschend ist die Aehnlichkeit des Dünnschliffs genannter Substanz, was die Bestandtheile betrifft und abgesehen von der Anordnung der Nadeln, mit demjenigen des **Anthosiderit**, während das makroskopische Bild des letzteren doch ein total anderes ist. Von dem

Anthosiderit wies ich schon in meinen Krit. Studien 2. Fortsetzung 1876, S. 90, Taf. II, Fig. 7 nach, dass er kein einfaches Mineral, sondern ein Gemenge mehrerer Substanzen sei und dass die Wiederholung der Analyse erwünscht wäre, — freilich nicht, um den Anthosiderit qua Species besser zu fixiren, denn er ist und bleibt ein Gemenge von Glimmer und deutlich rechtwinklig auslöschendem Andalusit (var. Fibrolith), wenn er auch fortan in allen Lehrbüchern als gute Species fortgeschleppt wird —, wohl aber um eine Deutung für die Gemengtheile zu gewinnen, wie sie mir aus der Schnedermann'schen Analyse noch nicht gelang.

Ich kann nicht umhin, hier den Gedanken wiederholt auszusprechen, es möchte einmal bei irgend welchem Anlass, am besten bei einem mineralogischen Congress, eine Commission mikroskopirender Mineralogen sich die gar nicht so grosse Mühe nehmen, alle als nicht homogen und hiermit als nicht stichhaltig angegriffenen Mineralspecies in Dünnschliffen zu prüfen, um die als Gemenge erkannten Körper aus den mineralogischen Lehrbüchern ein für allemal ausmerzen zu können. Vielleicht würde diese Massregel dann auch etwas abschreckend — denn sie könnte sich ja von Zeit zu Zeit wiederholen! — auf Diejenigen wirken, welche bei pelluciden und nicht krystallisirten Substanzen es immer noch nicht für nöthig erachten, die Homogenität einer als neue Species aufzustellenden Substanz durch einen Dünnschliff zu garantiren. —

Seit ich in den glücklichen Besitz von bucharischen (wenn auch nicht scharf ausgebildeten) **Lasursteink**rystallen gekommen bin, versäumte ich es natürlich nicht, einen solchen für einen Dünnschliff zu opfern, um zu ermitteln, ob derselbe ein einheitlicheres Bild zeigte, als die früher von mir untersuchten derben Stücke (vergl. Krit. Studien 1869, S. 40 ff.).

Ich fand nun aber auch den Krystall leider nicht homogen. Schon der Anblick des Dünnschliffs mit freiem Auge zeigt die Peripherie an etwa $^2/_3$ des Ganzen tief dunkelblau, während das Innere nur gleichsam eine kleine dunkler blaue Insel aufweist und der Rest hellblau und weiss gesprenkelt erscheint.

Unter dem Mikroskop erscheinen — zunächst ohne Polarisation — in der dunkelblauen Peripherie erstlich einzelne ganz schwarzblaue Flecken, ferner verläuft aber das Dunkelblau an grösseren morphologisch vollkommen homogenen Stellen ganz allmälig in ein sehr verwaschenes blasses Blau und ausserdem treten ganz farblose morphologisch verschiedene Partien zwischen den blauen auf.

Polarisirt man, so ergeben sich tiefblaue Stellen, welche man für ganz homogen gehalten hätte, insofern different, als einzelne inselartige Theile derselben bei Drehung des Präparats zwischen gekreuzten Nicols schwarz, isotrop erscheinen, während die zwischenliegenden kleinen Partikeln ent-

weder bei der Drehung hellblau und schwarz werden oder hellblau bleiben (letztere demnach wohl Aggregate?). Aber jene wechselnden Stellen zeigen den Wechsel nicht gleichzeitig, sondern die nächst nebeneinanderliegenden haben verkehrte Phasen; auch sind an denselben keine so deutlichen Umrisse wahrzunehmen, um sagen zu können, wie sie auslöschen.

Die farblosen Partien weisen sowohl vermöge ihrer theilweise erkennbaren Spaltbarkeit und Individualisirung, theils auch vermöge der Polarisationserscheinung auf verschiedene Körper. Einzelne farblose Körnerdurchschnitte werden blos weiss und schwarz, andere farbig bei der Drehung; wieder andere weisse Stellen zeigen Aggregatpolarisation. Der Krystall, dessen Dünnschliff ich untersuchte, hatte 9 mm Durchmesser; ob kleinere sich homogener herausstellen würden, weiss ich nicht. Jedenfalls sind wir durch diese meine Untersuchung eines Krystalls nicht weiter gefördert, als es durch meine früheren Studien, sowie diejenigen von F. Zirkel (die mikrosk. Besch. d. Mineralien etc. 1873) und H. Vogelsang (Ueber die natürlichen Ultramarinverbindungen, Amsterdam 1873 mit Taf.) an derben Stücken der Fall war.

Einen — soweit ich weiss — neuen Fundort von **Sodalith** und zwar der blauen Varietät lernte ich neulich durch Herrn Alfred Stübel in Dresden kennen, welcher viele Jahre in Südamerika reiste und dorther unter Anderem auch prähistorische Schmuckgegenstände aus Stein mitbrachte, zum Theil nebst dem zugehörigen Rohmaterial. So fanden sich unter einer Reihe Scheibchen (zum Anfassen an Colliers) solche aus Kieselkupfer (auch ein schönes Beil aus dem ebengenannten Mineral), ferner Scheibchen aus Flussspath, Quarz und eines aus blauem Sodalith, wozu das Rohmaterial in kleineren Bröckeln auch zur Prüfung vorlag und nach spec. Gewicht, optischem Verhalten und Löslichkeit in Salzsäure mit Gallertbildung die Diagnose auf Sodalith ergab. Das Blau ist ganz das des Glaukoliths.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich gleich darauf hinweisen, dass unter den Silicaten vollends wenn wir die Kupfersilicate dabei ausser Betracht lassen, ebenso bei den Phosphaten die blaue oder violette Farbe (z. B. im Vergleich mit der grünen, braunen, rothen oder schwarzen) verhältnissmässig recht selten ist*). Bei einigen blassblau gefärbten Substanzen, z. B. beim Glaukolith, dann beim oben erwähnten Sodalith mag die Färbung organisch sein, wenigstens verschwindet sie rasch beim Erhitzen der betreffenden Körper, ohne wiederzukehren.

Sehen wir uns bei den übrigen Verbindungen um, so finden wir, dass unter den blauen Silicaten einige wasserhaltig sind wie der Krokydolith, die Mehrzahl wasserfrei, wie der Glaukophan, Cordierit, Gastaldit, Violan,

*) So kommt der Granat doch in allen Farben vor, nur nicht blau.

der blaue Turmalin; bei allen ist, wie zu erwarten war, das Eisen als Oxydul allein oder fast ausschliesslich in den Analysen angegeben.

Unter den blauen Phosphaten sind der Vivianit, Symplesit, Lazulith, Callait und Callainit wasserhaltig, der Triphylin wasserfrei und auch in diesen ist das Eisen als Oxydul vorhanden.

In wie weit bei einem dieser Körper auch nebenher noch organischer Farbstoff im Spiel sei, wäre erst zu ermitteln.

Bezüglich der violblauen Farbe des Amethyst gehen, so viel ich weiss, die Meinungen noch auseinander.

Den **Jadeit**, welcher bekanntlich bis jetzt nicht als in Europa heimisch betrachtet werden kann, kennt man daselbst (wie auch in Mexico) nur in Form von Steinbeilen, die in Frankreich reichlich, in Deutschland und der Schweiz mässig verbreitet sind und eine Länge bis zu 36 cm erreichen; in Mexico tritt er auch in geschnittenen Idolen auf.

Durch die Güte deutscher Diplomaten in China, sowie aus anderen Quellen erhielt ich im Laufe der letzten Jahre nun auch rohe oder nur theilweise bearbeitete Exemplare und kenne deren wohl jetzt schon über zehnerlei Sorten, was die mehr fein- oder grobfaserige Textur und auch was die Farben betrifft, so z. B. farblose, grünlichweisse, gelblichweisse, blaugrüne, smaragdgrüne, violette Stücke. — Krystalle von Jadeit sind noch nicht bekannt, doch erlaubten mir Dünnschliffe gröberfaseriger Varietäten eine optische Bestimmung, wornach das Mineral schief auslöscht (bei zehn Messungen ergab sich eine Schwankung zwischen 20—34°) wornach das Mineral wahrscheinlich monoklin ist.

Das Sauerstoffverhältniss beim Jadeit, worüber ich auch mit Damour, dem Begründer der Species und Autor einer Reihe Analysen dieses Körpers correspondirte, stellt sich meist für $RO \,.\, R_2 O_3 \,.\, Si O_2 = 1 : 2 : 6$ heraus, doch auch wie $1 : 2 : 5$, $1 : 2 : 7$ und $1 : 3 : 8$, was erstaunlich ist, wenn ich die durch eine ganze Menge von Dünnschliffen constatirte Reinheit der Substanz erwäge, die nur zuweilen durch winzige honiggelbe eingesprengte Körnchen einer vorerst noch nicht näher bestimmten Substanz gestört erscheint.

Das spec. Gewicht, welches zwischen 3,2 und 3,4 schwankt, ferner die grosse Härte (7 oder darüber), endlich die noch grössere Zähigkeit, unterscheiden den Jadeit vom Nephrit, welchem derselbe wegen seiner archäologischen Analogie so gern immer noch zur Seite gestellt wird, ebenso gut, wie die zehn Analysen, welche vom Jadeit schon publicirt sind (vergl. Fischer, Nephrit und Jadeit u. s. w., S. 375) und woran sich noch weitere ebenfalls von Damour ausgeführte und mir privatim von ihm mitgetheilte Analysen anschliessen.

Es wäre demnach zu wünschen, dass dieser nach allen Richtungen

wohlbegründeten Species in den Lehrbüchern und Systemen die gebührende Stelle unter den Bisilicaten eingeräumt würde.

Es dürfte sich dadurch die Aufmerksamkeit der Fachmänner auf dies Mineral etwas mehr als bisher richten und dadurch dereinst das archäologische Räthsel gelöst werden, woher das Material für die in Europa zu prähistorischer (?) Zeit ausgestreuten Beile stamme. Von all' den im rohen Zustande aus Asien bezogenen Jadeitsorten scheinen mir verschiedene blaugrüne und grasgrüne auf die zu Hunderten durch meine Hände gegangenen Beiljadeite, welche gleichfalls unter sich verschieden sind, einigermassen zu passen.

Von dem der Jadeitspecies so nahestehenden und archäologisch — was seine Heimat betrifft — noch räthselhafteren Chloromelanit habe ich gleichfalls viele Schliffe gefertigt; es ist aber dessen Textur so fein und verworren faserig, dass es mir bis jetzt noch nicht gelang, seine optischen Eigenschaften, die sich zunächst als Aggregatpolarisation manifestiren, näher zu prüfen.

Was das Sauerstoffverhältniss beim Chloromelanit betrifft, so gestaltet es sich hier oft wie 1 : 1 : 5, aber Damour beobachtete auch andere Proportionen, ähnlich wie dies beim Jadeit der Fall ist.

Fayalit. Vergeblich hatte ich mich im Mineralienhandel, selbst im englischen, nach dem Fayalit aus dem Pegmatit der Mourne mountains (Irland) umgesehen. Endlich wandte ich mich an die sicherste Quelle, Herrn Professor Delesse in Paris, der noch nach Thomson die Substanz analysirt hatte. Derselbe war sofort so gefällig, mir ein Fragment zu schenken, wovon ich alsbald einen Dünnschliff fertigte. Dieser blieb aber, obwohl er bis zum Zergehen dünn hergestellt war, der Hauptsache nach opak, bekam jedoch deutlichen Metallglanz, während der frische Bruch des Minerals eher pechglänzend bis glanzlos erscheint. Nur wenige, jedenfalls fremder Substanz angehörige Stellen wurden durchsichtig mit gelber Farbe. Dass der Schliff im Ganzen opak blieb, überraschte mich nicht, da ja das Mineral nach der Analyse von Delesse 68,73 FeO enthält und da mir schon beim Lievrit (mit circa 56% FeO und Fe_2O_3 zusammen) gleichfalls nie gelingen wollte, einen durchscheinenden Dünnschliff zu erhalten.

Da ich in dem Fayalit von Fayal, dessen Natur als Mineral meines Erinnerns (weil noch nicht im Muttergestein gefunden) immer noch nicht festgestellt ist, seiner Zeit soviel Magneteisen mit dem Magnetstab ausziehen konnte, so machte ich natürlich in erster Linie hier an dem irischen Vorkommen denselben Versuch, erhielt auch das gleiche Resultat. Nach mehrmaligem Hereintauchen des zuvor sorgfältigst gereinigten Magnetstabs erhielt ich auch hier jeweils einen starken Bart anhängend, es muss also

auch die Analyse dieses Minerals unter Ausziehen des Magneteisens wiederholt werden.

Da der Fayalit nach künstlichen Krystallen zum rhombischen System gerechnet wird, so nahm ich nochmals meinen Dünnschliff von dem Fayalit aus Fayal vor, um die optische Prüfung der grösstentheils honiggelben durchsichtigen Substanz, worin die reichen Magneteisenfederchen eingebettet sind, zu realisiren. Da die Substanz spaltbar ist (sie wird von Dana als in zwei rechtwinkligen Richtungen spaltend angegeben), so glaubte ich die im Dünnschliff der gelben Grundsubstanz wahrnehmbaren gruppenweise unter sich parallelen Richtungslinien für die optischen Zwecke, d. h. die Auslöschung verwerthen zu dürfen, finde aber dabei nicht rechtwinklige, sondern schiefe Auslöschung unter einem kleinen Winkel von etwa 7⁰.

Da nun nach meinen Begriffen der Fayalit beider Fundorte nur unter Annahme der Richtigkeit der früheren Analysen der Olivingruppe zugezählt werden konnte, die grosse Menge des interponirten Magneteisens*) jedoch für eine neue correcte Analyse zuvor entfernt werden müsste, da ferner der Fayalit zuvor nie optisch geprüft war, so könnte es leicht sein, dass sich eine Aenderung der Formel bei einer neuen Untersuchung als Resultat ergäbe. Für die Analyse des Azorenfayalits wäre ich erbötig, das nöthige Material zu liefern.

Phosphate.

Unter diesen wurden gleichfalls einige früher noch nicht näher mikroskopisch untersuchte Substanzen geprüft.

Der **Monazit** von Hitteröe (Norwegen) zeigt im Dünnschliff eine lichtgelbe ganz durchsichtige Grundmasse, worin dünnere gelbrothe und gelbe, dann dickere bräunliche Partieen (Eisenoxyd) reichlich eingelagert sind.

Der Monazit von Narestöe (Norwegen), dessen Pulver am Magnetstab einen schwachen Bart bildet, ergiebt dieselbe lichtgelbe durchsichtige Grundmasse mit ihren Spaltungsrichtungen, ist aber so sehr vollgepfropft mit gelbbrauner, flockiger, oft unregelmässig streifenartig eingelagerter fremder Substanz, dass streckenweise die Grundsubstanz dadurch ganz unsichtbar wird; man kann annehmen, dass diese ziemlich undurchsichtige Masse da und dort gut ein Drittheil des Ganzen ausmacht.

Der Monazit var. Edwardsit von Norwich (N. Am.) lässt in der lichtgelben durchsichtigen Grundmasse ein ganzes Gewirre langer feiner eingelagerter Nadeln von ungefähr gleicher Farbe erkennen, deren Umriss ich aber krystallographisch auch bei stärkster Vergrösserung und gekreuzten Nicols nicht zu bestimmen vermochte. Jedenfalls wäre nach diesem

*) Ich zog aus dem Fayalit von Fayal wenigstens 14 Procent aus.

mikroskopischen Resultat der Versuch nothwendig, den Edwardsit chemisch so zu behandeln, dass die Nadeln, wenn sie etwa ein anderes Verhalten zu Säuren als ihre Matrix zeigen sollten, gesondert (und dann auch optisch) geprüft werden könnten, wie dies bei den Kryptolith-haltigen Apatiten gelingt. Vielleicht sind die Nadeln selbst Kryptolith. — Zur Untersuchung des Monazits von Slatoust stand mir zu wenig Material zu Gebot.

Der **Svanbergit** von Horrsjöberg (Wermland, Schweden) ist makroskopisch lebhaft gelbroth. Im Dünnschliff giebt er sich aber als eine ganz farblose Substanz zu erkennen, in welcher das Eisenoxyd als substantiell erkennbares Pigment streifenweise eingebettet ist, ähnlich wie ich dies (Krit. Studien 2. Fortsetzung S. 93, Taf. I Fig. 2) vom Heulandit beschrieben und abgebildet habe.

Den **Kryptolith** im röthlichen*) derben Apatit von Arendal (Norwegen) lernte ich erst durch die Gefälligkeit meines verehrten Collegen C. Klein in Göttingen kennen, welcher mir das richtige Vorkommen von Apatit zusandte. Ein Dünnschliff liess mich in der an sich farblosen, nur da und dort von überaus dünnen röthlichen (Eisenoxyd =?) Fetzen durchzogenen Grundmasse des Apatits die — wie schon Wöhler richtig angab — meist unter sich parallel und zugleich der prismatischen Hauptspaltungsrichtung des Apatits parallel eingelagerten (im Dünnschliff) meist farblosen Nadeln erkennen, welche bald kürzer bald länger, bald dicker bald dünner, aber immer höchst winzig erscheinen und etwa die Länge von 0,045 bis 0,224 mm, die Dicke von 0,004—0,016 mm erreichen. Die Auslöschung, welche rechtwinklig ist, konnte bei den im Apatit eingelagerten Nadeln nicht so bequem ermittelt werden, als bei den durch Auflösen des Apatits in Salpetersäure gewonnenen losen Kryställchen, was schon nach wenigen Stunden in kalter Säure erzielt ist. Es bleiben dann auf dem Boden des Uhrglases die rothen Eisenoxydfetzen, schwarze Flecken: »quid, vielleicht ebenfalls Eisen?« und die Kryställchen liegen, welche theils lichtgelb, theils farblos erscheinen. Die Nädelchen sind aber so winzig, dass die Eisenoxydschüppchen das Pulver roth erscheinen lassen. Ich konnte weder Querschnitte der Nadeln, noch Zuspitzungsflächen an den Enden der Säulchen erkennen, wohl aber mehrfache durch deren Länge hin wahrnehmbare Querabsonderungen parallel *oP*.

Von **Kakoxen** aus St. Benigna in Böhmen ist es gar nicht schwer, durch Abkratzen der sternförmigen Partieen auf ein Objectglas eine ganze Reihe schöner lichtgelber Nadeln zu gewinnen. Dichroismus konnte ich an

---

*) In lauchgrünen, angeblich Kryptolith-haltigen Apatiten von Arendal konnte ich nichts davon wahrnehmen, es sind auch von Wöhler und Hausmann besonders die röthlichen als Kryptolith-haltig bezeichnet.

denselben keinen wahrnehmen, wohl aber bei gekreuzten Nicols die schiefe Auslöschung constatiren, welche unter einem kleinen Winkel (5—8°) stattfindet.

Arseniate.

Vom **Arseniosiderit** sollte man vermöge seiner faserigen Textur denken, dass es möglich wäre, unter dem Mikroskop wenigstens zu bestimmen, ob er optisch ein- oder zweiaxig sei. Seine Fasern lassen aber nur bei allergrösster Dünne genügend Licht nebst honigbrauner Farbe durch und bis sie zu dieser Dünne gebracht sind, ist ihre Zertrümmerung so weit gediehen, dass von geraden Rändern für die Orientirung kaum mehr die Rede ist und eigentlich vorherrschend Aggregatpolarisation auftritt. Ich suchte übrigens unter den Trümmern noch die deutlichsten heraus und wollte es mir bei mehreren solcher Nadeln scheinen, dass sie rechtwinklig auslöschen. Da keine Querschnitte vorhanden sind, so lässt sich Weiteres nicht ermitteln. Von Absorption oder Dichroismus konnte ich nichts wahrnehmen.

Sulphate.

Der **Aluminit** von Halle wurde schon von Oschatz (Zeitschrift der deutsch. geol. Ges. VI, 1854, 263) als ein Aggregat von Nadeln erkannt, welche er als rechtwinklig vierseitige Prismen zu erkennen glaubte. Zirkel (die mikroskop. Besch. d. Min. und Gest. 1873, S. 227) bemerkt schon richtig, dieselben seien nicht recht-, sondern schiefwinklig; diese Beobachtung bestätigte sich mir nun auch durch das optische Verhalten; ich sah länglich rhomboidale Nadeln, an welchen ich die Winkel 107—108° abzulesen glaubte. Die Auslöschung zwischen gekreuzten Nicols ist auch schief und zwar bis zu 48°; die Nadeln gehören daher wahrscheinlich dem monoklinoëdrischen Systeme an und sind etwa 0,04 mm lang und 0,004 dick*).

Bei Bernon unweit Epernay (Dep. de la Marne, Frankreich) kommt ein ähnliches Mineral im Braunkohlenthon vor, welches von Kenngott (Sitzungsber. d. Wien. Akad. **15**, 254, Uebers. f. 1855, S. 19) dem Felsöbanyt angereiht wird. Letzterer erscheint nach W. Haidinger (Sitzungsber. d. Wien. Akad. **12**, 183, Kenngott, Uebers. f. 1854, S. 28) in Kugeln, die aus orthorhombischen Blättchen zusammengesetzt sind.

Als ich nun das Mineral von Bernon unter dem Mikroskop untersuchte, fand ich dasselbe aus winzigen, etwas durchsichtigen Nadeln bestehend, welche seltsamerweise auf polarisirtes Licht gar nicht wirken. Da nun aus den oben gegebenen Citaten hervorgeht, dass auch die Formel beider Substanzen in den Zahlenverhältnissen nicht ganz übereinstimmt und da

*) Da meine Augen gegenwärtig vom Mikroskopiren etwas angegriffen sind, hatte Herr Kreisschulrath Rapp dahier die Gefälligkeit, meine Messungen zu wiederholen und zu controliren.

das optische Verhalten sich gleichfalls different herausstellt, indem orthorhombische Blättchen nicht isotrop sein könnten, so scheint hier wirklich eine specifische Verschiedenheit vorzuliegen.

Der Aluminit von Auteuil bei Paris zeigt wieder ein anderes Verhalten, nämlich er besteht nicht aus Nadeln, sondern erscheint bei starker Vergrösserung zertrümmerter Particen mehr von körniger Zusammensetzung, mit Aggregatpolarisation.

Es bedürften demnach auch noch die verwandten Substanzen von Lunel Vieil und Newhaven (Sussex) (von Webster entdeckt), die mir nicht zu Gebote stehen, einer optischen Prüfung; je nach Bedarf müssten dann bei optischen Differenzen ältere Namen (wie z. B. Websterit) für die Vorkommnisse einzelner Fundorte wohl wieder aufgenommen werden.

Ich hoffe, im Laufe der Zeit diese Studien fortzusetzen, wodurch es vielleicht möglich wird, in der mir für die Vorlesungen sowie für den Privatgebrauch so werth gewordenen »Tabellarischen Uebersicht der einfachen Mineralien von P. Groth« (Braunschweig 1874) bei der Rubrik des Krystallsystems mikrokrystallinischer Substanzen das Fragezeichen da und dort durch eine positive Beobachtung zu ersetzen.

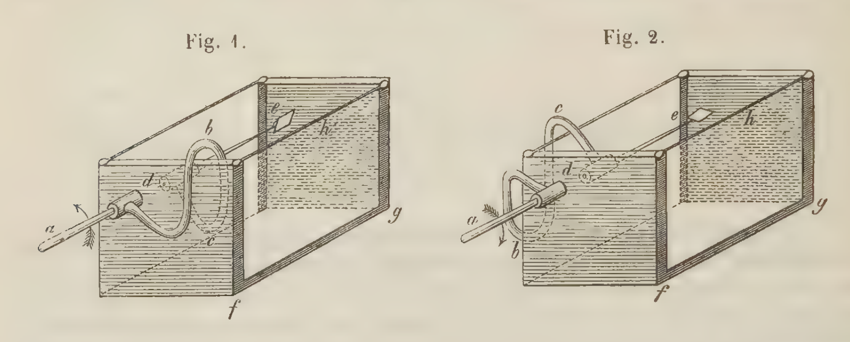
XXV. Correspondenzen, Notizen und Auszüge.

1. A. von Lasaulx (in Breslau): **Krystallträger zum Messen des optischen Axenwinkels in Oel bei horizontaler Stellung der Goniometeraxe.** Bekanntlich sind die Goniometer mit verticalem Theilkreise, wie sie nach den Zeichnungen des Herrn Prof. V. v. Lang in ganz vortrefflicher Ausführung von dem mechanischen Atelier des Herrn Prof. E. Jünger (C. Jürgensen) in Kopenhagen geliefert werden, auch mit einem Axenwinkelapparat versehen. An Stelle des Trägers der beiden zu goniometrischen Messungen dienenden Fernrohre wird auf den Dreifuss des Instrumentes ein anderer gabelförmiger Träger aufgesetzt, der die beiden horizontalen mit Nicols versehenen Fernrohre trägt. Der Krystallträger und die zu untersuchende Mineralplatte auf ihm ragen nun in horizontaler Stellung wie die Axe des Instrumentes zwischen die beiden Nicols hinein. Bei einer Messung erfolgt das Ablesen unmittelbar an dem grossen verticalen Theilkreise. Das gewährt natürlich den Vorzug einer grösseren Genauigkeit den Instrumenten gegenüber, die nur über kleinere, weniger sorgfältig ausgeführte Theilkreise verfügen. Aber die horizontale Stellung des Krystallträgers und der Axe des Instrumentes hat für die allgemeine Brauchbarkeit doch den einen sehr fühlbaren Mangel, dass bei dieser Stellung Messungen der optischen Axenwinkel in Oel nicht wohl auszuführen schienen, da ein seitliches Einführen des Krystallträgers in das Oelbad nicht thunlich erschien. So gab man denn auch allgemein den Axenwinkelapparaten eine solche Stellung, dass über den beiden horizontalen mit Nicols versehenen Rohren ein horizontaler Theilkreis angebracht wird, so dass die Axe desselben mit dem Krystallträger vertical niedergehend in das zwischen die beiden Rohre einzuschiebende Oelbad direct eintauchen kann. Auch V. v. Lang beschrieb später einen in dieser Weise modificirten Axenwinkelapparat *), der im Wesentlichen mit den von Des Cloizeaux und Groth beschriebenen Apparaten übereinstimmt. An allen diesen sind natürlich die Theilkreise nicht von der Grösse wie der des Goniometers. Um die Vorzüge dieses grossen Theilkreises und des Centrir- und Justirapparates des Instrumentes auch für den Axenwinkelapparat unverändert zu behalten, und doch mit horizontaler Einführung des auf dem Krystallträger befindlichen Mineralplättchens in das Oelbad Messungen des optischen Axenwinkels möglich zu machen, kurz um die erneuerte Anschaffung eines eigenen Axenwinkelapparates ausser dem Jünger-schen Goniometer zu vermeiden, habe ich einen eigenen Krystallträger construirt, mit dem dieser Zweck vollkommen erreicht wird. Seine Beschreibung dürfte vielleicht manchen Fachgenossen erwünscht sein.

---

*) Carl's Repert. **3**, 201.

In die runde Oeffnung in der Spitze des äusseren Schlittens der Centrir- und Justirvorrichtung am Goniometer, welche dazu bestimmt ist, den kleinen, den Krystall tragenden Stift aufzunehmen, wird ein Krystallträger von der Form eingesetzt, wie er in der Fig. 1 und 2 dargestellt ist. Derselbe hat die Gestalt einer Doppelschlinge, so dass die beiden Biegungen dieser Schlinge *b* und *c* rechtwinklig



zu einander stehen. Eine gerade Verlängerung der Axe *a* des Krystallträgers würde die Wand des Oelbades nicht passiren können. Ein einfacher Bogen würde hierzu allerdings ausreichen, der über den Gefässrand hinübergriffe und am anderen Ende genau in der geradlinigen Verlängerung der Axe *a* den Stift zur Aufnahme des Krystallblättchens trüge. Dann würde aber natürlich bei einer Drehung der Axe dieser Bügel sehr bald rechts und links auf den Gefässrand aufstossen und zwischen diesen beiden Grenzen der Bewegung nur ein kleiner Drehungswinkel übrig bleiben. Dadurch dass nun die Schlinge *b* eingeführt ist, wird bei einer Drehung nach rechts der Rand des Oelbades in diese eintreten und dadurch der Drehungswinkel bedeutend vergrössert. Bei einer Rückwärtsdrehung nach links würde aber der Rand der linken, längeren Seite des Oelbades wieder sehr bald der Drehung ein Ziel setzen, wenn nur die Schlinge *b* angebracht wäre. Hier ist daher rechtwinklig zur ersteren eine zweite Schlinge *c* eingefügt, die bei der Drehung nach links über den Rand der längeren Gefässwand hinübergreift. In den Figg. 1 und 2 sind die beiden äussersten Stellungen rechts und links dargestellt; in Fig. 1 die Schlinge *b* über den vorderen Gefässrand, in Fig. 2 die Schlinge *c* über den seitlichen Rand greifend. Schon aus den beiden Zeichnungen ist ersichtlich, dass hierdurch eine Umdrehung von über 180^0 möglich wird; an der nach meinen Angaben zuerst hergestellten Doppelschlinge sind die beiden äussersten Stellungen um 200^0 verschieden. Das reicht sonach für alle Messungen aus und gewährt noch vollkommen Spielraum. Man hat das Mineralblättchen auf dem zu seiner Aufnahme bestimmten Stifte *e*, der sehr zweckmässig auch durch eine kleine Pincette wie bei den andern Axenwinkelapparaten ersetzt wird, nur annähernd so anzubringen, dass in der einen Stellung (1 oder 2) der Doppelschlinge der eine Axenpol sichtbar ist. Diese Einstellung wird dadurch erleichtert, dass der den Krystall tragende Stift oder die Pincette selbstständig gedreht werden kann.

Damit die beiden äusseren Theile der Doppelschlinge rechts und links von *d* (Fig. 1 und 2) genau in eine Gerade fallen, wurde bei der Herstellung die Schlinge an einen Messingstab in der richtigen Lage angebracht und erst nach vollständiger Vollendung der Theil bei *d* herausgeschnitten. Auch dient zur Controlle, dass die beiden Theile nicht gegen einander verbogen sind, eine Durchbohrung derselben,

durch welche man die aus Stahl angefertigte Axe *a* hindurchführen kann. Die geringste Verbiegung macht dieses unmöglich.

Selbstverständlich ist man dann auch vermittelst der Centrir- und Justirvorrichtung, welche die Doppelschlinge trägt, in der Lage, die möglichst genaue Stellung des Mineralplättchens zur Axe des Instrumentes herbeizuführen. Das Oelbad besteht ganz wie die Gefässe zur Beobachtung von Absorptionsspectren in seinen kurzen Wänden und dem Boden *f*, *g* aus Messing; die beiden langen Seiten *h* sind durch eingeschobene Glasplatten (Objectträger) gebildet. Auf einem kleinen verstellbaren Stativ wird das Oelbad von unten in die Schlinge hineingeschoben, so dass die Krystallplatte genügend in das Oel eintaucht.

Durch Anwendung dieser Doppelschlinge als Krystallträger kann man in einfachster Weise aus einem Wollaston'schen Goniometer und einem in der Höhe der Axe dieses horizontal gestellten, mit Nicols versehenen Mikroskope (etwa nach Art des von mir angegebenen Demonstrationspolariskop*), das durch Entfernung des Oculars convergente Strahlen giebt, einen Axenwinkelapparat combiniren**).

2. F. J. P. van Calker (in Groningen): Als ein zweckmässiges **Hülfsmittel beim demonstrativen Unterricht in der Krystallographie**, wodurch dem Docenten viel Zeit und Mühe erspart und dem Zuhörer Vorstellung und Verständniss sehr erleichtert wird, verdient die folgende Vorrichtung empfohlen zu werden, wie sie in ähnlicher Weise schon seit längerer Zeit bei anatomischen Vorträgen angewandt wird. Dieselbe besteht aus einer mattgeschliffenen Glastafel, welche in einen Holzrahmen eingesetzt ist, an welchem mit Charnieren ein Rückenbrett befestigt ist, dessen innere, dem Glase zugekehrte Seite mit einem dünnen schwarz überzogenen Kissen bedeckt ist, wodurch eingelegte Zeichnungen gegen das Glas angedrückt und dann von der Vorderseite vollkommen deutlich und scharf gesehen werden. Die Anwendung dieses Apparates, der wie eine gewöhnliche Schreibtafel auf ein Gestell gesetzt wird, ist ohne Weiteres deutlich. Die einzulegenden Zeichnungen werden mit weisser oder bunter Kreide auf schwarzem Papier gefertigt. Hat man nun z. B. die perspectivische Zeichnung eines Axenkreuzes mit richtig markirten Axenlängen eingelegt, so kann man nun auf der matten Glasfläche rasch und richtig die Krystallformen aufzeichnen; an eingelegten Bildern von holoëdrischen Formen werden durch Schraffirung auf der Glasfläche rasch die verschiedenen Ableitungsweisen von Hemiëdern und Tetartoëdern angezeigt; eingelegte Abbildungen von einfachen Krystallformen werden rasch durch Zeichnung auf der matten Glasfläche in Combinationen mit anderen Formen verändert, einfache Combinationen werden ebenso zu complicirteren und umgekehrt umgeschaffen, so dass also die Lage verschiedener Flächen zu einander, ihr Zonenverband u. s. w. einem grösseren Auditorium leicht deutlich gemacht werden kann.

Schon seit längerer Zeit benutze ich in meinen Vorlesungen einen solchen Apparat mit einer Glasfläche von 110 : 105 cm und mit starkem geschwärztem Einlegepapiere, das selbst abgewaschen werden kann, und finde denselben so zweckmässig, dass ich meinte auch Andere darauf aufmerksam machen zu dürfen.

---

*) N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1878, S. 509.

**) Doppelschlingen der beschriebenen Form und dazu passendes Oelbad sind von Herrn Mechaniker Vetter (Breslau) zu beziehen.

3. **J. M. Stillmann** (in Berkeley, Californien): **Bernardinit, ein neues Harz von San Bernardino County, Californien** (Amer. Journ. Sc. III, **18**, 57, Juli 1879). Die a. a. O. in bedeutender Menge gefundene Substanz erscheint in fast weissen, zerreiblichen, leichten und porösen Massen, welche so viel Luft einschliessen, dass sie wie Kork auf Wasser schwimmen. Dieselben haben auf dem Bruche ein schwach faseriges Ansehen; unter dem Mikroskop findet man sie zusammengesetzt aus feinen unregelmässigen Fasern in einer amorphen structurlosen Grundmasse. Das luftfreie Mineral hat das spec. Gewicht 1,166 (bei 18° C.). Es schmilzt unvollkommen bei 140° C., wird aber bereits unter 100° C. weich. Unlöslich in Wasser, löslich in siedendem absoluten Alkohol (unter Hinterlassung von 13,4% eines weissen amorphen Rückstandes); die Lösung hat eine blassgelbe Farbe, bittern Geschmack und saure Reaction. Der durch heissen Alkohol ausgezogene Antheil wird zwischen 115° und 125° flüssig, ohne constanten Schmelzpunkt. Das Mineral, einige Tage über Schwefelsäure getrocknet, verliert 3,87%, wahrscheinlich Wasser. Unter I ist die Zusammensetzung des getrockneten Minerals, unter II die des nicht getrockneten, unter der Annahme, dass der Verlust in H^2O bestehe, angeführt:

	I	II
C	64,53	64,46
H	9,20	8,75
O	(26,27)	22,80
H^2O		3,87
Asche		0,12
	100,00	100,00

Die Substanz löst sich leicht und fast vollständig in kaustischem Kali zu einer leichten, klaren, bräunlichgelben Lösung, welche durch Verdünnen mit Wasser keinen Niederschlag giebt, während verdünnte Salzsäure eine flockige Fällung verursacht. Die letztere wurde getrocknet und analysirt; es ergab sich:

C	69,71
H	9,59
O	[20,70]
	100,00

Das gereinigte Harz zeigte vollkommene Schmelzung bei 127—129° C., während schon bei niedrigerer Temperatur Erweichung eintrat.

Ref.: E. S. Dana.

4. **B. Silliman** (in New Haven): **Neues Vorkommen von Jarosit** (Amer. Journ. Sc. III, **18**, 73, Juli 1879). Dieses seltene Mineral wurde auf der »Vulture Gold Mine« in Arizona nachgewiesen. Es findet sich hier in grosser Menge im Gangquarz als Ausfüllung von Hohlräumen, welche durch Oxydation von Pyrit entstanden sind. Theils erscheint es in schönen durchsichtigen, gelben und dunkelbraunen Krystallen, theils in kryptokrystallinischen Massen.

Ref.: E. S. Dana.

5. **S. L. Penfield** (in New Haven): **Ueber die chemische Zusammensetzung des Amblygonit** (Am. Journ. Sc. III, **18**, 295, October 1879). Der Verf. hat eine Reihe von Analysen des Amblygonit von verschiedenen Fundorten ausge-

führt, in der Absicht, die Formel dieses Minerals festzustellen. Er gelangt zu dem Schlusse, dass alle Vorkommen desselben wesentlich die gleiche Zusammensetzung haben und nur in dem Grade variiren, in welchem das Fluor durch Hydroxyl, HO, ersetzt ist. Es mag hier daran erinnert werden, dass Brush und Dana (diese Zeitschr. 2, 538) gezeigt haben, dass der von ihnen entdeckte Triploidit isomorph mit Wagnerit sei und in sehr naher chemischer Beziehung zum Triplit stehe; die Formeln dieser Mineralien sind folgende:

$$(Mn, Fe)^3 P^2 O^8 + (Mn, Fe)(OH)^2$$
$$Mg^3 P^2 O^8 + Mg\ Fl^2$$
$$(Fe, Mn)^3 P^2 O^8 + (Fe, Mn)\ Fl^2$$

Aus der Vergleichung dieser Formeln wurde a. a. O. S. 542 geschlossen, dass das Hydroxyl im Triploidit dieselbe Rolle spiele, wie das Fluor in den beiden anderen Mineralien.

Die vom Verf. angestellten Amblygonitanalysen lieferten die folgenden Resultate, deren jedes, mit Ausnahme von IV, das Mittel zweier sehr gut übereinstimmender Versuche ist.

	I. Penig	II. Montebras, Var. A. sp. Gew. = 3,088	III. Auburn, Maine sp. Gew. = 3,059	IV. Hebron, Maine Var. A.
P_2O_5	48,24	47,09	48,48	[48,53]
Al_2O_3	33,55	33,22	33,78	34,12
Li_2O	8,97	7,92	9,46	9,54
Na_2O	2,04	3,48	0,99	0,34
CaO	—	0,24	—	—
H_2O	1,75	2,27	3,57	4,44
Fl	11,26	9,93	6,20	5,24
	105,81	104,15	102,48	
Dem Fl. äquiv. Sauerstoff	4,74	4,02	2,61	
	101,07*)	100,13	99,87	

	V. Paris, Maine sp. Gew. = 3,035	VI. Hebron, Maine Var. B. sp. Gew. = 3,032		VII. Branchville, Conn. sp. Gew. = 3,032		VIII. Montebras, Var. B. sp. Gew. = 3,007
P_2O_5	48,31	47,44		48,80		48,34
Al_2O_3	33,68	33,90		34,26		33,55
Li_2O	9,82	9,24		9,80		9,52
Na_2O	0,34	0,66		0,19		0,33
K_2O	0,03	—	Fe_2O_3	0,29	CaO	0,35
			Mn_2O_3	0,10		
H_2O	4,89	5,05		5,91		6,61
Fl	4,82	5,45		1,75		1,75
	101,89	101,74		101,10		100,45
O(äq. Fl)	2,03	2,29		0,74		0,74
	99,86	99,45		100,36		99,71

*) Hierzu 0,13 Mn_2O_3.

Diese Analysen führen auf folgende Atomverhältnisse:

	P	Al	$\overset{I}{R}$	(OH, Fl)
I. Penig, Sachsen	1,00	0,96	0,98	1,16
II. Montebras, Var. A	1,00	0,97	0,98	1,17
III. Auburn, M.	1,00	0,96	0,97	1,06
IV. Hebron, M. Var. A	1,00	0,97	0,95	1,13
V. Paris, M.	1,00	0,96	0,97	1,17
VI. Hebron, M. Var. B	1,00	0,98	0,95	1,27
VII. Branchville, Conn.	1,00	0,97	0,96	1,09
VIII. Montebras, Var. B	1,00	0,96	0,96	1,21

Diese Zahlen liegen sämmtlich sehr nahe dem Verhältniss: $P : Al : \overset{I}{R} : (OH, Fl) = 1 : 1 : 1 : 1$, und die Formel des Minerals kann dementsprechend geschrieben werden:

$$Al^2P^2O^8 + 2\overset{I}{R}(OH, Fl) \text{ oder: } \left.\begin{matrix} 3\,Al^2P^2O^8 \\ 2\overset{I}{R^3}PO^4 \end{matrix}\right\} + \left\{\begin{matrix} Al^2(OH, Fl)^6 \\ 2\overset{I}{R}(OH, Fl) \end{matrix}\right.$$

Der kleine Ueberschuss, welchen in der obigen Tabelle die Werthe für (OH, Fl) zeigen, ist wahrscheinlich dadurch veranlasst, dass das Mineral eine geringe Menge von zufälligem und unwesentlichem Wasser enthält. Die angeführte Formel genügt so gut der Zusammensetzung der verschiedenen Amblygonitvarietäten, dass die von Des Cloizeaux auf Grund optischer Verschiedenheiten vorgeschlagene Theilung ganz unnöthig zu sein scheint.

Das Vorkommen von Amblygonit zu Branchville wurde von Brush und Dana a. a. O. S. 531 erwähnt.

Ref.: E. S. Dana.

6. **B. J. Harrington** (in Montreal, Canada): **Ueber die Mineralien einiger der Apatit führenden Gänge von Ottawa County, Quebeck.** (Geol. Survey of Canada): Die Apatitablagerungen von Ottawa County finden sich meistens in Gesteinen, welche aus Pyroxen mit wenig Quarz und Orthoklas bestehen und zuweilen Glimmer und kleine Granaten enthalten. Der Apatit wird vom Verf. als Bestandtheil von Spaltenausfüllungen, also von eigentlichen Gängen betrachtet, welche zuweilen eine lagenweise Anordnung der Bestandtheile, gewöhnlich aber keine Regelmässigkeit in deren Vertheilung zeigen. Oft lassen die Krystalle deutlich erkennen, dass sie zerbrochen und später wieder verkittet worden sind; recht gewöhnlich sind die Kanten der Krystalle abgerundet. An einigen Orten erscheint der Apatit vorwiegend in ausgebildeten Krystallen, oft von einem Fuss und mehr im Durchmesser und mehrere Fuss lang und demnach hunderte von Pfunden schwer. An anderen Orten ist er dagegen ganz derb, von dichtem und kryptokrystallinischem Gefüge bis zu grobkörniger Structur; sehr gewöhnlich ist eine zerreibliche zuckerkörnige Varietät. Erwähnt wird das Vorkommen einer, bis auf einige Krystalle von Pyroxen und Glimmer von fremden Beimengungen freien meergrünen Apatitmasse von fast 20′ Durchmesser. Die Farbe des Minerals wechselt von den verschiedensten Nuancen des Grün bis Himmelblau, Roth, Gelb, Braun und Weiss. Das specifische Gewicht eines glasglänzenden, schwarzgrünen Krystalls von der »Grant mine« in Buckingham wurde zu 3,2115 gefunden.

Der Verf. giebt eine Liste von 30, auf den Apatitgängen vorkommenden Mineralien, deren wichtigste die folgenden sind: Calcit, Quarz, Pyroxen, Horn-

blende, Phlogopit, Granat, schwarzer Turmalin, Titanit, Zirkon, Orthoklas, Skapolith. Das wesentlichste darunter ist der Pyroxen, dessen gewöhnlich vorkommende Varietät ein thonerdehaltiger Sahlit ist; die Analyse eines schwarzgrünen Krystalls vom spec. Gewicht 3,385 lieferte: SiO^2 51,28, Al^2O^3 2,82, Fe^2O^3 1,32, FeO 9,16, MnO 0,33, CaO 23,34, MgO 11,61, Glühverlust 0,17 = 100,03. Auch der Pyroxen kommt zuweilen in sehr grossen Krystallen vor. Oft ist er theilweise oder ganz in Uralit umgewandelt und zwar hat dieser Process an der Oberfläche begonnen und ist mehr oder weniger weit nach innen vorgeschritten. An jener sind die Hornblendekrystalle meist der Verticalaxe des Augits parallel, während sie im Innern ganz verschieden und manchmal in radialer Anordnung gelagert sind. Die folgenden Analysen beziehen sich: A) auf das aus glasigem Pyroxen bestehende Innere eines Krystalls, B) auf die umgebende matte hellgefärbte Schicht, C) auf die, die Oberfläche bildenden Hornblendeprismen:

	A	B	C
SiO_2	50,87	50,90	52,82
Al_2O_3	4,57	4,82	3,21
Fe_2O_3	0,97	1,74	2,07
FeO	1,96	1,36	2,71
MnO	0,15	0,15	0,28
CaO	24,44	24,39	15,39
MgO	15,37	15,27	19,04
K_2O	0,50	0,15	0,69
Na_2O	0,22	0,08	0,90
Glühverl.	1,44	1,20	2,40
	100,49	100,06	99,51

Das spec. Gewicht von A) war 3,181, von B) = 3,205, von C) = 3,003. Wie man sieht, besteht die Veränderung in der Zusammensetzung von A) nach C) hauptsächlich in einem Verlust an CaO und einer Zunahme der MgO; ausserdem hat eine Abnahme der Al^2O^3 und ein geringer Zuwachs an Alkalien stattgefunden.

Ref.: E. S. Dana.

7. **Chr. Hoffmann** (in Montreal, Canada): **Analysen canadischer Apatite** (Geol. Survey of Canada 1879). Nr. 1: Aus dem District von Storrington; derb, matt; graulich- bis röthlichweiss mit rothbraunen Streifen; spec. Gewicht 3,1393. — Nr. 2: Von der »Grant Mine«, District von Buckingham; derb, glasglänzend, blass grünlich grau, in dünnen Splittern durchsichtig; spec. Gewicht 3,1493. — Nr. 3: Aus dem District von North Burgess; derb, verworren krystallinisch; Farbe roth; spec. Gewicht 3,1603. — Nr. 4: Von der »Ritchie Mine«, District von Portland; derb, blättrig, hell meergrün, in dünnen Splittern durchsichtig; spec. Gewicht 3,1884. — Nr. 5: Aus der Umgegend von Loughborough; derb, dunkelroth; spec. Gewicht 3,1641. — Nr. 6: Von »Watts Mine«, District von Portland; derb, körnig krystallinisch und bröckelig, grünlich weiss; spec. Gewicht 3,1676. — Nr. 7: »Grant Mine«, District von Buckingham; derb, feinkörnig krystallinisch; graulich grün; spec. Gewicht 3,2441. — Nr. 8: Von »Doctor Pit«, District von Templeton; derb, blass grünlich weiss; spec. Gewicht 3,1750.

	1	2	3	4	5	6	7	8
P_2O_5	40,37	41,08	39,05	41,14	40,87	40,52	34,03	40,81
Fl	3,31	3,47	3,79	3,86	3,73	3,38	2,85	3,55
Cl	0,44	0,26	0,47	0,23	0,43	0,09	0,10	0,04
CO_2	0,03	0,37	0,09	0,22	0,10	0,85	2,85	0,52
CaO	47,83	46,16	46,33	49,34	48,47	49,04	44,20	49,10
Ca	3,73	3,80	4,26	4,19	4,17	3,60	3,06	3,76
MgO	0,15	0,16	0,55	0,18	0,16	0,20	0,42	0,62
Al_2O_3	0,61	0,70	1,19	0,57	0,84	0,27	1,98	0,57
Fe_2O_3	0,15	0,13	1,29	0,09	0,90	0,08	0,12	0,13
Unlösl.	3,89	0,37	3,49	0,06	1,15	1,63	2,05	0,63
	100,51	99,51	100,51	99,88	100,82	99,66	91,66*)	99,73

Ref.: E. S. Dana.

8. **D. Honeymann** (in Halifax): **Louisit, ein neues Mineral von Blomidon, Nova Scotia** (Proceedings a. Transactions of the Nova Scotian Institute of Natural Science, **5**, 15, Dec. 9, 1878). Die Substanz ist glasig, durchsichtig, lauchgrün und besitzt weissen Strich und splittrigen Bruch. Härte 6½, spec. Gewicht 2,41. Gelatinirt in Salzsäure. Eine von H. Louis (Royal School of Mines, London) ausgeführte Analyse ergab:

SiO_2	63,74
Al_2O_3	0,57
FeO	1,25
MnO	Spur
CaO	17,27
MgO	0,38
K_2O	3,38
Na_2O	0,08
H_2O	12,96
	99,63

[Dieses Mineral bedarf noch weiterer Untersuchung.]

Ref.: E. S. Dana.

9. **F. A. Genth** (in Philadelphia): **Pyrophyllit von Schuylkill County, Pennsylvanien** (Amer. Phil. Soc. Juli 18, 1879). Der Pyrophyllit findet sich in dem genannten District, nahe bei Mahanoy City, auf dünnen Spalten in den Kohlenflötzen; er besitzt eine feinfasrige, der des Chrysotils ähnliche Structur. Die von demselben gebildeten Gänge sind stets sehr schmal; der dickste war 9 mm mächtig und in der Mitte durch eine Pyritschicht getheilt. Farbe weiss bis grünlich weiss; Seiden- bis Perlmutterglanz; spec. Gewicht 2,804. Die Analyse des reinen Minerals ergab:

		Berechnet:
SiO^2	66,61	66,52
Al^2O^3	27,63	28,49
Fe^2O^3	0,16	—
MgO	0,10	—
H^2O	5,43	4,99
	99,93	100,00

*) Dazu 8,88 Pyrrhotit.

Die berechneten Zahlen entsprechen der Formel:

$$Al^2 Si^4 O^{11} + H^2 O.$$

Von besonderem Interesse ist das Vorkommen in Steinkohle und die Thatsache, dass der Pyrophyllit hierselbst auch als Petrificationsmaterial von Kohlenpflanzen auftritt. Pyrophyllitähnliche Substanzen sind allerdings schon in analoger Art des Vorkommens beobachtet worden, haben sich jedoch als glimmerartige Mineralien erwiesen.

Ref.: E. S. Dana.

10. Derselbe, Uranmineralien von Nordcarolina (Amer. Chem. Journ. **1**, 87—93). Durch W. C. Kerr (Amer. Journ. Sc. [3], **14**, 496) wurde das Zusammenvorkommen folgender Mineralien auf der Flat Rock mine, Mitchell County in Nordcarolina, nachgewiesen: Uraninit, Gummit, Uranocker und als Ueberzug der letzteren oder des Nebengesteins Torbernit und Autunit. Diese Mineralien finden sich an einer Stelle des glimmerführenden Theiles eines mächtigen Granitganges in unregelmässigen Nestern, deren Kern, von $^1/_2$—$^3/_4$ Zoll Durchmesser, zuweilen von Uranpecherz gebildet ist, das seinerseits von Gummierz und Uranocker umhüllt wird; meist ist jedoch alles Uranpecherz in Gummit, selten in Uranocker umgewandelt.

Die beiden letzteren Mineralien unterwarf der Verf. der Analyse und stellte hierdurch fest, dass die von Kern als Uranocker bezeichnete Substanz mit dem Uranotil Boricky's identisch sei. Das amerikanische Vorkommen bildet anscheinend amorphe Massen, meist Krusten um den Gummit, aus welchem das Mineral entstanden ist; Härte $2^1/_2$, spec. Gewicht 3,834; Wachsglanz, Farbe blass strohgelb bis citrongelb, Strich hell strohgelb, undurchsichtig; Bruch uneben. Der folgenden Analyse ist zum Vergleich die des bairischen Uranotil von Boricky beigesetzt:

			Mittel:	Berechnet:	Boricky:
$Si O^2$	13,55	13,88	13,72	13,95	13,78
$Al^2 O^3$ u. $Fe^2 O^3$	Spur	Spur	Spur	—	0,51
$U O^3$	66,76	66,59	66,67	66,98	66,75
$Pb O$	0,74	0,45	0,60	—	—
$Ba O$	0,28	0,48 (BaO + SrO)	0,28	—	—
$Sr O$	0,13		0,13	—	—
$Ca O$	6,23	7,11	6,67	6,51	5,27
$P^2 O^5$	nicht best.	0,29	0,29	—	0,45
$H^2 O$	- -	12,02	12,02	12,56	12,67
		100,82	100,38	100,00	99,43

Die berechneten Zahlen entsprechen der Formel:

$$Ca^3 (U O^2)^6 Si^6 O^{21} + 18 H^2 O.$$

Der Gummit bildet röthlich gelbe bis tief orangerothe, amorphe, nierförmige Massen von harzglänzendem oder mattem, unebenem Bruch; opak; Härte 3; spec. Gewicht 4,840. Die einzige, bisher vorhandene Analyse des Gummit, von Johanngeorgenstadt (von Kersten) ist denen des Verfassers beigesetzt:

				Mittel:	Kersten:	
SiO^2	4,49	4,83	4,58	4,63		4,26
Al^2O^3	0,67	0,40		0,53	Mn^2O^3	0,05
BaO	0,98	1,12	(4,59)	1,08	As	Spur
SrO	0,05				F	–
CaO	1,96	2,14		2,05		6,00
PbO	5,48	5,58	5,64	5,57		—
UO^3	(75,71)	75,50	74,39	75,20		72,00
P^2O^5	0,12	0,07	0,16	0,12		2,30
H^2O	nicht best.	10,43	10,64	10,54		14,75
		100,07	100,00	99,72		99,36

Die untersuchte Substanz enthielt durchweg fein vertheilten Uranotil beigemengt, dessen Gehalt sich aus der SiO^2 der obigen Analyse zu 33% ergiebt; der Rest entspricht einem Gemenge von 23% eines Bleiuranates von der Formel $Pb(UO^2)^2O^3 + 6H^2O$, 4% eines analogen Baryumuranates $Ba(UO^2)^2O^3 + 6H^2O$ und 40% $H^2(UO^2)O^2 + H^2O$.

Der Pittinit und Eliasit, nach dem Verf. wahrscheinlich Zwischenproducte der Umwandlung von Uranpecherz in Gummit, gestatten keine analoge Berechnung, weil sie noch mit fremden Substanzen allzusehr gemengt sind. Dagegen kann man das Material der oben angeführten Kern'schen Analyse deuten als ein Gemenge von 53% Calciumuranat $Ca(UO^2)^2O^3 + 6H^2O$, 30½% Uranotil, 6½% $H^2(UO^2)O^2 + H^2O$ und 9% des im Folgenden beschriebenen neuen Minerals Phosphuranylit.

Der Phosphuranylit bildet tief citrongelbe pulverförmige Krusten auf Quarz, Feldspath und Glimmer; unter dem Mikroskop zeigt er sehr kleine rectanguläre Blättchen mit Perlmutterglanz. Leicht löslich in Salpetersäure. Im Rohre giebt das Mineral Wasser, wird rothbraun, nach dem Erkalten bräunlich gelb. Es ist so selten, dass nur eine dünne Kruste auf Quarz mit letzterem zusammen zur Analyse verwendet werden konnte. Nach Abzug des Quarzes ergab sich 0,1088 g Substanz, in welcher unter dem Mikroskop noch kleine farblose Partikel, wahrscheinlich Cerussit, erkannt wurden. Zieht man mit Rücksicht hierauf den Bleigehalt ab, so ergeben sich die unter II aufgeführten Zahlen, während I die directen Resultate der Analyse giebt:

	I.	II.	Berechnet:
UO^3	71,73	76,71	77,56
PbO	4,40	—	—
P^2O^5	11,30	12,08	12,75
H^2O	10,48	11,21	9,69
	97,91	100,00	100,00

Die Formel, nach welcher die Zahlen der letzten Columne berechnet sind, ist:

$$(UO^2)^3P^2O^8 + 6H^2O.$$

Das von Kerr als Torbernit bezeichnete Mineral von der Flat Rock Mine zeigte sich trotz seiner dunkelgrünen Farbe frei von Kupfer und nur CaO enthaltend, ist also Autunit.

Ref.: P. Groth.

11. D. Lovisato (in Sassari, Sardinien): **Mineralvorkommen von Tiriolo** (Aus der Cronaca Liceale di Catanzaro, 1878, 4°). Im körnigen Kalkstein von

Tiriolo bei Catanzaro in Calabrien, welcher auf Diorit ruht und vom Verf. zum Laurentian gestellt wird, findet sich eine Reihe interessanter Mineralien eingewachsen.

Idokras von grauer, olivengrüner und ölgrüner Farbe, welcher die Combinationen (001)(111)(100) und (001)(111)(110)(100)(210) zeigt [1].

Granat, röthlich, hellgrau, gelblich, weiss in den Formen (211) und (211)(110) [2].

Spinell, grünlichblau (111) und (111)(110).

Epidot, pistaciengrün, stänglig-strahlig.

Braune blättrige Zinkblende, Eisenkies π(210) und π(210)(100), derber Kupferkies.

Ref.: J. Strüver.

[1] An vom Verf. dem min. Museum der Universität in Rom eingesandten grünen Idokrasen findet sich noch (101)(113). Ein grosser brauner Krystall zeigt vorherrschend (111) und ganz untergeordnet (110)(100)(101)(113)(311). Strüver.

[2] Unter den vom Verf. eingesandten Stücken finden sich auch solche, welche ganz wasserhellen Granat zeigen. Strüver.

12. Derselbe, Calabrische Mineralien (Sulle Chinzigiti della Calabria. — Atti R. Acc. dei Lincei. Ser. III^a. Memorie della Cl. di sc. fisiche etc. Vol. III. 1879. S. 221). Am Schlusse dieser Abhandlung, welche hauptsächlich den Nachweis zahlreicher und mächtiger Kinzigitvorkommen in Calabrien zum Zweck hat, giebt Verfasser eine Uebersicht der von ihm bis jetzt in Calabrien aufgefundenen Mineralien, unter denen mehrere früher dort nicht bekannte. Wir heben hervor, ausser den in vorstehender Arbeit erwähnten Mineralien:

Analcim (211) im Diorit zwischen Serra di S. Bruno und Angitola bei Monteleone.

Schwerspath, blättrig und derb im Dioritporphyr und im Granit der Fiumarella di Catanzaro. Im Schwerspath finden sich hier noch Kupferlasur, Malachit, hellgrüner Prehnit, braune blättrige Zinkblende, Bleiglanz.

Derber Mispickel, welcher einen 50 cm mächtigen Gang im Granit bildet, am rechten Ufer des Fiumarella di S. Agostino bei Catanzaro.

Bleiglanz, silberhaltig, bei Longobucco. Die Gänge setzen im Kalkstein und in Schiefermassen auf, welche dem Gneiss und Granit eingelagert sind. Die Gangmasse ist hauptsächlich Flussspath. Noch im Anfange unseres Jahrhunderts abgebaut.

Zinnober in den Quarziten von Acquaformosa, S. Donato di Ninea und S. Agata d'Esaro. In der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts abgebaut.

Epidot, mit Quarz gemengt im Gneiss zwischen Luzzi und Acri, im Kinzigit zwischen S. Sofia d'Epiro und S. Demetrio Corone, krystallisirt mit Quarz in den Schiefern, welche die Juramasse zwischen Scalea und S. Domenica unterbrechen, etc. etc.

Granat. Sehr verbreitet in Calabrien, hell almandinroth in allen Kinzigiten, von Catanzaro bis S. Demetrio Corone, aber auch rothbraun in schönen Krystallen (211) und (211)(110), namentlich von Poro di Mileto bei Prestinaci (Monteleone). Hellgelbrother Granat (110)(211) findet sich dann auch im metamorphischen Kalkstein von Catanzaro.

Idokras. In rothbraunen Krystallen mit Granat im metamorphischen Kalkstein von Catanzaro [1].

Ref.: J. Strüver.

[1] Ein vom Verf. dem min. Museum in Rom gesandtes Stück zeigt den Idokras in prismatischen Krystallen mit (110)(100) (001) vorherrschend, zusammen mit hellgelbrothem Granat (110)(211), Ripidolith und Diopsid. Dasselbe erinnert sehr an die ähnlichen alpinen Vorkommen. Ref.: J. Strüver.

13. F. Mauro (in Rom): **Analyse des Spinells von Tiriolo in Calabrien.** (Analisi chimica dello spinello di Tiriolo in Calabria. — Atti R. Acc. dei Lincei, Ser. IIIª, Transunti, Vol. III, fasc. 2⁰, Gennaio 1879, p. 65. — Gazz. chim. italiana **9**, 1879, fasc. 2⁰, p. 70. — Boll. Com. geol. 1879, 80.) Der von Lovisato bei Tiriolo in Calabrien aufgefundene grünblaue Spinell (s. vor. S.) ergab folgende Resultate. Spec. Gewicht 3,70 (12^0 C.):

Sb_2O_3	0,35
Al_2O_3	63,64
ZnO	21,28
MgO	12,34
FeO	4,53
	102,14

Vom Antimonoxyd abgesehen, ist das Mineral ein zinkreicher Spinell von der Formel:

$$(Zn, Mg, Fe)Al_2O_4$$

in welcher $Zn : Mg : Fe = 4 : 5 : 1$ approximativ.

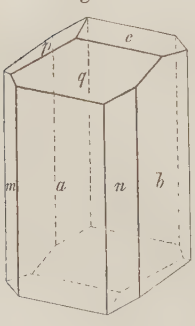
Ref.: J. Strüver.

14. G. La Valle (in Rom): **Krystallographische Untersuchung einiger aromatischer Verbindungen** (Studio cristallografico di alcuni corpi della serie aromatica preparati dal Prof. Körner. — Atti della R. Acc. dei Lincei, Serie IIIª, Vol. III, Rom 1879. Gazz. chim. ital. 1880, 1).

1. Nitrotribrombenzol.

$C^6H^2.NO^2.Br.Br.Br.$ Stellung 1.3.4.5.

Fig. 1.



Asymmetrisch.

$a : b : c = 1,00552 : 1 : 0,48230$

$A = 78^0\ 25'$	$\alpha = 98^0\ 30'\ 43''$
$B = 80\ \ 38$	$\beta = 95\ \ 4\ \ 18$
$C = 65\ \ 14$	$\gamma = 113\ \ 33\ \ 12$

Beobachtete Combinationen:

a	b	c	m	n	q	p
$\infty \breve{P} \infty$	$\infty \bar{P} \infty$	oP	$\infty,'P$	$\infty \bar{P}',2$	$\breve{P}\infty$	$'\bar{P},2$
100	010	001	$1\bar{1}0$	120	101	$1\bar{2}2$

Die Krystalle waren durch langsames Verdunsten einer Lösung in Aetheralkohol erhalten.

		n*)	Berechnet:	Gemessen:
ab	= (100)(010)	4	—	*65° 14′
bc	= (001)(010)	4	—	*78 25
ca	= (001)(100)	2	—	*80 38
aq	= (100)(101)	4	—	*55 25
bm'	= (010)($\bar{1}$10)	4	—	*56 49
an	= (100)(120)	4	44° 51′	44 52
qm	= (101)(1$\bar{1}$0)	2	78 35	78 38
qn	= (101)(120)	2	60 44	60 50
cm'	= (001)($\bar{1}$10)	2	87 51	87 59
qp	= (101)(1$\bar{2}$2)	2	34 6	33 29
$n'p$	= ($\bar{1}\bar{2}$0)(1$\bar{2}$2)	2	84 45	85 0
cp	= (001)(1$\bar{2}$2)	2	26 47	26 20
$b'p$	= (0$\bar{1}$0)(1$\bar{2}$2)	2	78 11	78 5
$a'p$	= ($\bar{1}$00)(1$\bar{2}$2)	2	100 35	100 40

Spaltbar schwierig nach 100.
Die weingelben Krystalle zeigen schwachen Polychroismus.

2. Nitrobijodbenzol.

$C^6H^3.NO^2.J.J.$ Stellung 1. 2. 4.

Rhombisch.

$$a : b : c = 0,64734 : 1 : 0,45819.$$

Beobachtete Combinationen:

b	m	q
010	110	011
$\infty\breve{P}\infty$	∞P	$\breve{P}\infty$



Fig. 2.

Krystallisation gleich voriger, aber mit sehr wenig Aether.

		n	Berechnet:	Gemessen:
qq'	= (011)(0$\bar{1}\bar{1}$)	5	—	*49° 14′
mm'	= (110)(1$\bar{1}$0)	8	—	*65 50
qm	= (011)(110)	11	76° 55′	76 55

Spaltbar leicht nach (110).
Die schwefelgelben Kryställchen zeigen constant die Ausbildung Fig. 2.

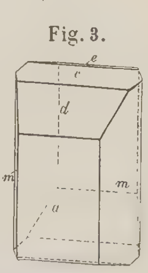
3. Mononitrochlorphenol.

$C^6H^3.OH.NO^2.Cl.$ Stellung 1. 2. 4.

Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 2,8293 : 1 : 1,50923$$
$$\beta = 67^0\ 31'.$$

Fig. 3.



Dieser Körper wurde bereits von C. Bodewig (diese Zeitschr. 3, 395), dessen Figur hier reproducirt ist, untersucht. La Valle fand genau dieselben Flächen, nur waren seine Krystalle etwas mehr nach der Symmetrieaxe verlängert.

---

*) n = Zahl der gemessenen Kantenwinkel.

Beobachtete Formen:

a	c	m	d	e	s
100	001	110	101	$10\bar{1}$	$11\bar{2}$
$\infty P\!\!\!-\infty$	oP	∞P	$-P\!\!\!-\infty$	$+P\!\!\!-\infty$	$+\frac{1}{2}P$

Beobachtete Combinationen: *acmde* (Fig. 3), dies. mit s (letztere Krystalle dick tafelförmig nach c).

		n	Berechnet:	Gemessen:
ac	$=(100)(001)$	6	—	$*67^0\ 30'\ 40''$
ad	$=(100)(101)$	6	—	*45 15
ea	$=(10\bar{1})(100)$	6	$80^0\ 43'$	80 51
ce'	$=(001)(\bar{1}01)$	6	31 46	31 40
cd	$=(001)(101)$	3	22 16	22 15 40
mm'	$=(110)(\bar{1}10)$	6	—	*41 52
$m's$	$=(\bar{1}10)(11\bar{2})$	2	53 27	53 19
ms	$=(110)(11\bar{2})$	2	58 23	58 15
es	$=(10\bar{1})(11\bar{2})$	2	39 50	39 49

Die optische Axenebene liegt in der Symmetrieebene; die erste Mittellinie bildet einen Winkel von 14^0 mit der Normale auf (100) gegen Axe a. Platten parallel (001) zeigen eine der Hyperbeln im Polarisationsapparat. Die citrongelben Krystalle zeigen nur schwachen Polychroismus. Dieselben zersetzen sich in der Luft und verlieren Glanz und Durchsichtigkeit.

4. Binitrojodbenzol.

$C^6H^3.NO^2.NO^2.J.$ Stellung 1.3.4 oder 1.5.4.

Prof. Körner erhielt Krystalle dieser Substanz auf zweifachem Wege, indem er Salpetersäure einmal (A) auf Orthonitrojodbenzol, ein anderes Mal (B) auf Paranitrojodbenzol einwirken liess. Derselbe fand die beiden Producte chemisch identisch; was auch krystallographisch vom Verf. nachgewiesen wurde, wie aus den folgenden Daten hervorgeht.

A. Asymmetrisch.

$$a:b:c = 1,63461:1:0,939687$$

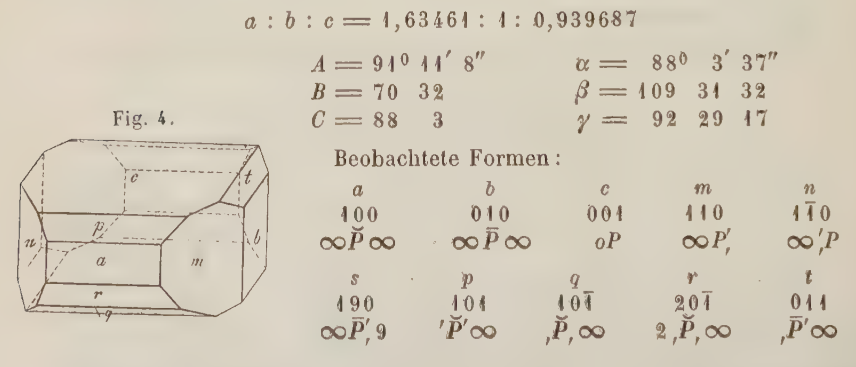


Fig. 4.

$A = 91^0\ 11'\ 8''$	$\alpha = 88^0\ 3'\ 37''$
$B = 70\ \ 32$	$\beta = 109\ \ 31\ \ 32$
$C = 88\ \ 3$	$\gamma = 92\ \ 29\ \ 17$

Beobachtete Formen:

a	b	c	m	n
100	010	001	110	$1\bar{1}0$
$\infty\breve{P}\infty$	$\infty\bar{P}\infty$	oP	$\infty P'_{,}$	$\infty_{,}'P$
s	p	q	r	t
190	101	$10\bar{1}$	$20\bar{1}$	011
$\infty\bar{P}'_{,}9$	$'\breve{P}'\infty$	$_{,}\breve{P}_{,}\infty$	$2_{,}\breve{P}_{,}\infty$	$_{,}\bar{P}'\infty$

Durch sehr langsame Verdunstung der Lösung in Alkohol mit wenig Aether erhaltene Combination: *cbamnpqr* mit t (Fig. 4) oder statt dessen mit der Abstumpfung der Kante mb durch s.

		n	Berechnet:	Gemessen:
ca	= (001)(100)	4	—	*70° 32′
cm	= (001)(110)	4	—	*80 40
am	= (100)(110)	4	—	*55 39
mb	= (110)(010)	4	—	*32 24
ap	= (100)(101)	4	—	*46 —
cb	= (001)(010)	4	91° 11′ 8″	91 8
bn'	= (010)($\bar{1}$10)	4	33 32 37	33 55
as	= (100)(190)	1	83 31 18	83 52
cq'	= (001)($\bar{1}$01)	2	33 53 31	33 48
qr	= ($\bar{1}$01)($\bar{2}$01)	2	26 31 17	26 40
cs	= (001)(190)	2	89 42 55	89 54

Spaltbarkeit vollkommen nach (110). (190) und (010) gestreift in der Richtung [001]. Platten parallel (010) zeigen im Polarisationsapparat eine der Hyperbeln. Die Krystalle sind schwefelgelb und zeigen nur sehr schwachen Polychroismus.

B. Asymmetrisch.

$a : b : c = 1,642475 : 1 : 0,940627$

$A = 90^0\ 44'\ 36''$	$\alpha = 88^0\ 37'\ 49''$
$B = 70\ \ 36$	$\beta = 109\ \ 25\ \ 58$
$C = 88\ \ 21$	$\gamma = 92\ \ 0\ \ 41$

Fig. 5.

Beobachtete Formen:

a	b	c	m	n
100	010	001	110	1$\bar{1}$0
$\infty\breve{P}\infty$	$\infty\bar{P}\infty$	oP	$\infty P'$	$\infty'P$
s	p	q	r	u
190	101	10$\bar{1}$	20$\bar{1}$	3$\bar{5}$0
$\infty\bar{P}',9$	$'\breve{P}'\infty$	$,\breve{P},\infty$	$2,\breve{P},\infty$	$\infty'\bar{P}\frac{5}{3}$

Beobachtete Combinationen: $bqrnsu$ (Fig. 5) und $cbamnpqr$ (vgl. Fig. 4, indess herrschte hier m mehr vor). Die Krystalle wurden wie die vorigen erhalten (mit sehr wenig Aether).

		n	Berechnet:	Gemessen:
ca	= (001)(100)	4	—	*70° 36′
cm	= (001)(110)	4	—	*80 23
am	= (100)(110)	4	—	*56 0
mb	= (110)(010)	4	—	*32 21
ap	= (100)(101)	4	—	*46 11
bn'	= (010)($\bar{1}$10)	5	33° 19′ 12″	33 31
cq'	= (001)($\bar{1}$01)	2	33 43	33 31
$q'b'$	= ($\bar{1}$01)(0$\bar{1}$0)	2	88 15 54	88 45
cr'	= (001)($\bar{2}$01)	2	60 10 48	60 3
$u'n'$	= ($\bar{3}$50)($\bar{1}$10)	1	13 48	13 49
bs	= (010)(190)	1	4 5 30	4 0
mq'	= (110)($\bar{1}$01)	2	80 56 21	80 55

Spaltbarkeit vollkommen parallel (110); (190)(010)(3$\bar{5}$0) gestreift in der Richtung [001]. Optische Eigenschaften wie in A.

Ref.: J. Strüver.

15. R. Panebianco (in Rom): **Krystallographische Untersuchung einiger aromatischer Körper** (Sulla forma cristallina di alcune sostanze della serie aromatica. — Atti R. Acc. dei Lincei. Mem. Ser. III[a], Vol. III, S. 292, e Gazz. Chim. ital. 1879, S. 354).

Sämmtliche gemessene Substanzen wurden von Prof. Körner dem Verf. zum Studium übergeben.

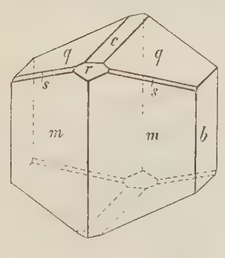
1. Symmetrisches Mononitrotribrombenzol.

$C^6H^2.NO^2.Br.Br.Br.$ Stellung 1. 2. 4. 6.

Die Krystalle wurden durch langsame Verdampfung einer Lösung in Aether-Alkohol erhalten.

Monosymmetrisch.

Fig. 1.



$a : b : c = 0,651845 : 1 : 0,369545$
$\beta = 80^0\ 14'$.

Beobachtete Formen:

b	c	m	r	q	s
010	001	110	101	011	121
∞P̶∞	oP	∞P	P̶∞	P̶∞	—2P̶2

Beobachtete Combinationen: $crmq$ und id. mit s oder mit sb (s. Fig. 1).

Fig. 2.

		n	Berechnet:	Gemessen:
mm	= (110)(1$\bar{1}$0)	12	—	*65⁰ 12′
qq	= (011)(0$\bar{1}$1)	4	—	*40 1 20″
mq	= (110)(011)	6	—	*71 23 40
mr	= (110)(101)	9	59⁰ 45′ 20″	59 43 30
ms	= (110)(121)	4	44 52	44 50

Spaltbarkeit vollkommen parallel (101).
Zwillinge mit Axe ⊥ (101), s. Fig. 2.

		n	Berechnet:	Gemessen:
$m:\underline{m}'$	= (110)($\underline{\bar{1}\bar{1}0}$)	2	60⁰ 29′ 30″	60⁰ 34′ 10″

Ebene der optischen Axen normal auf der Symmetrieebene, erste Mittellinie negativ, in der Symmetrieebene und wenig von der Normale auf (101) abweichend. Dispersion horizontal ($\varrho < v$).

An einer Spaltungslamelle parallel (101) wurde der Winkel der optischen Axen in Oel = 60⁰ circa gefunden.

Farbe hell strohgelb mit merklichem Dichroismus (strohgelb und farblos) senkrecht auf (110).

2. Binitrotribrombenzol.

$C^6H.Br.Br.Br.NO^2.NO^2$. Stellung: 1. 2. 4. 3. 5 oder 1. 2. 4. 5. 6.

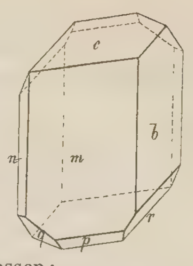
Schmelzpunkt 135°,5. Krystalle durch langsame Verdampfung einer alkoholischen Lösung.

Asymmetrisch.

$a : b : c = 0,45560 : 1 : 0,45717$

$A = 87^0\ 49'\ 40''$ $\alpha = 90^0\ 7'\ 22''$
$B = 67\ \ 32$ $\beta = 112\ \ 21\ \ 57$
$C = 84\ \ 36\ \ 15$ $\gamma = 94\ \ 56\ \ 31$

Fig. 3.



Beobachtete Formen:

b	c	m	n	p	q	r
010	001	110	$1\bar{1}0$	$11\bar{1}$	$1\bar{1}\bar{1}$	$04\bar{1}$
$\infty\breve{P}\infty$	oP	$\infty P'_{,}$	$\infty_{,}'P$	$P_{,}$	$_{,}P$	$4'\breve{P}_{,}\infty$

Beobachtete Combinationen: $bcmnp$, $bcnpqr$, und id. mit m (Fig. 3).

		n	Berechnet:	Gemessen:
mn	$= (110)(1\bar{1}0)$	3	—	$^*45^0\ 34'$
mc	$= (110)(001)$	1	—	$^*69\ \ 12$
cp'	$= (001)(\bar{1}\bar{1}1)$	2	—	$^*60\ \ 26$
nc	$= (1\bar{1}0)(001)$	5	—	$^*69\ \ 33$
$q'n'$	$= (\bar{1}11)(\bar{1}10)$	3	—	$^*52\ \ 59\ \ 50''$
nb	$= (1\bar{1}0)(0\bar{1}0)$	9	$71^0\ 49'$	71 50
bc	$= (010)(001)$	7	87 49 40″	87 51
cr'	$= (001)(0\bar{4}1)$	1	61 7	61 9
$q'p'$	$= (\bar{1}11)(\bar{1}\bar{1}1)$	1	41 37	41 52
$p'n'$	$= (\bar{1}\bar{1}1)(\bar{1}10)$	2	68 41	68 43

Spaltbarkeit vollkommen nach (001).

An einer Spaltungslamelle parallel (001) bildet eine Hauptauslöschungsrichtung einen Winkel von $2^0\ 15'$ mit der Kante [001, $1\bar{1}0$] gegen die Kante [001, 110]; auf der Fläche $0\bar{1}0$ macht eine Hauptauslöschungsrichtung einen Winkel von 4^0 circa mit der Kante [001, $0\bar{1}0$] gegen Kante [$0\bar{1}0$, $1\bar{1}0$]; auf der Fläche $1\bar{1}0$ endlich macht eine Hauptauslöschungsrichtung einen Winkel von 7^0 circa mit der Kante [$1\bar{1}0$, 110] gegen Kante [$1\bar{1}0$, 001]. Die Ebene der optischen Axen ist fast der Kante [$1\bar{1}0$, 001] parallel und macht mit ihr einen Winkel von etwa 2^0 gegen die Kante [110, 001]. Die erste Mittellinie ist negativ und fast normal auf (001). Dispersion sehr deutlich gekreuzt. An einer Spaltungslamelle wurde der Winkel der optischen Axen in Oel = 74^0 circa gefunden.

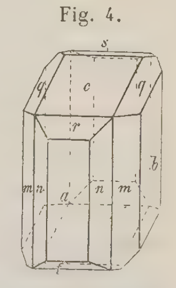
Die schwefelgelben Krystalle zeigen auf 010 sehr deutlichen Dichroismus, dunkelcitronengelb und fast farblos, auf (001) weniger deutlich, blasscitronengelb und grünlichgelb, auf (110) und ($1\bar{1}0$) wie auf (010).

3. Bromacetanilid.

$C_6H_4 . Br . NHCOCH_3$. Stellung 1. 4.

Farblos. Aus alkoholischer Lösung bei langsamer Verdampfung.

Fig. 4.



Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,53838 : 1 : 0,71770\text{*)}$$
$$\beta = 62^0\ 48'.$$

Beobachtete Formen:

a	b	c	m	n
100	010	001	110	210
$\infty P\infty$	$\infty P\infty$	oP	∞P	$\infty P2$

*) Der Verf. hat die Verticalaxe doppelt so gross genommen. Die Substanz ist aber bereits von Hrn. Mügge (s. diese Zeitschr. 4, 335) untersucht und daher dessen Grundform hier beibehalten worden. Die Red.

r	t	s	q
201	$20\bar{1}$	$10\bar{1}$	011
$-2P\infty$	$2P\infty$	$P\infty$	$P\infty$

Beobachtete Combinationen: *abcmnq*, id. mit *r*, *abcmst*, id. mit *rnq*.

		n	Berechnet:	Gemessen:
ar	$= (100)(101)$	3	32° 37′	32° 44′ 30″
ac	$= (100)(001)$	4	62 48	62 49
mm	$= (110)(1\bar{1}0)$	6	107 41	107 41 30
an	$= (100)(210)$	2	34 23	34 30
qq	$= (011)(0\bar{1}1)$	8	65 6	65 5
mq	$= (110)(011)$	3	48 34	48 32
nq	$= (210)(011)$	1	51 33	51 18
aq	$= (100)(011)$	4	67 20	67 24
rs'	$= (201)(\bar{1}01)$	1	57 59	57 44

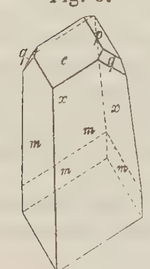
Spaltbarkeit vollkommen nach (201), unterbrochen nach (100). Die Ebene der optischen Axen ist der Symmetrieebene parallel. Eine Mittellinie macht einen Winkel von 52° circa mit Axe c gegen Axe a; eine Hyperbel sichtbar auf (100), die andere auf (001).

4. Nitrotoluidin.

$C^6H^3.NH^2.NO^2.CH^3$. Stellung 1.3.4.

Krystalle durch langsames Verdunsten einer Lösung in Aether-Alkohol.

Fig. 5.



Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1{,}35781 : 1 : 1{,}75472$$
$$\beta = 54^0\ 50'.$$

Beobachtete Formen:

c	m	q	p	x
001	110	011	$\bar{1}12$	$\bar{7}72$
oP	∞P	$R\infty$	$+\frac{1}{2}P$	$+\frac{7}{2}P$

Beobachtete Combinationen: *cmp*, id. mit *q* oder mit *qx*.

		n	Berechnet:	Gemessen:
qq	$= (011)(0\bar{1}1)$	3	110° 14′ 10″	110° 14′
pp	$= (\bar{1}12)(\bar{1}\bar{1}2)$	2	82 19	82 15
mm	$= (110)(1\bar{1}0)$	8	95 58	95 58
$m'q$	$= (\bar{1}10)(011)$	3	67 6 30	67 6
qp	$= (011)(\bar{1}12)$	2	29 36	29 31
$m'p$	$= (\bar{1}10)(\bar{1}12)$	2	57 51	57 48
mq	$= (110)(011)$	2	33 54	33 51
$m'x$	$= (\bar{1}10)(\bar{7}72)$	1	8 15	8 22

Spaltet vollkommen nach (001) in biegsame Blättchen. Zwillinge — Axe normal auf (001). (Fig. 6, auf die Symmetrieebene projicirt.)

Die Ebene der optischen Axen ist der Symmetrieebene parallel. Die erste Mittellinie ist negativ und fast normal auf (001). An einem Spaltungsblättchen wurde gefunden:

$$2H_a = 77^0 \text{ (roth) circa.}$$

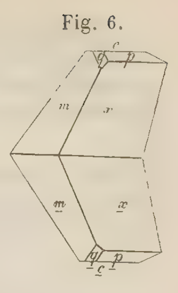
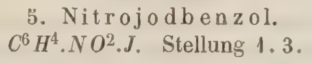


Fig. 6.

Dispersion geneigt, schwach.

Die Krystalle sind lebhaft gelbroth gefärbt und durchsichtig. Schwingungen parallel $\mathfrak{c}$ chromgelb, parallel $\underline{\mathfrak{a}}$ und $\mathfrak{b}$ weinroth, wenig verschieden.



5. Nitrojodbenzol.

$C^6H^4.NO^2.J.$ Stellung 1.3.

Monosymmetrisch*).

$$a : b : c = 2,2961 : 1 : 1,1297$$
$$\beta = 75^0\ 22'.$$

Die durch langsames Verdunsten der alkoholischen Lösung erhaltenen farblosen Krystalle zeigen folgende Combination (Fig. 7):

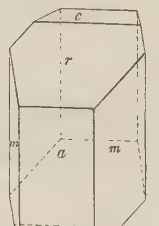


Fig. 7.

a	c	m	r
100	001	110	101
$\infty\bar{P}\infty$	oP	∞P	$-\bar{P}\infty$

	n	Berechnet:	Beobachtet:
$mm' = (110)(\bar{1}10)$	14	—	*48⁰ 28′
$ar = (100)(101)$	5	—	*52 25
$ac = (100)(001)$	4	—	*75 22

Spaltbarkeit vollkommen nach (100).

Zwillinge nach (100). Dieselben erscheinen, wie einfache rhombische Krystalle, an deren einem ausgebildeten Ende r und $\underline{r}$ zu einem Doma zusammenstossen.



Im Polarisationsapparat zeigt eine Spaltungslamelle eine der Hyperbeln.

6. Nitrophenolsulfonsaures Kalium.

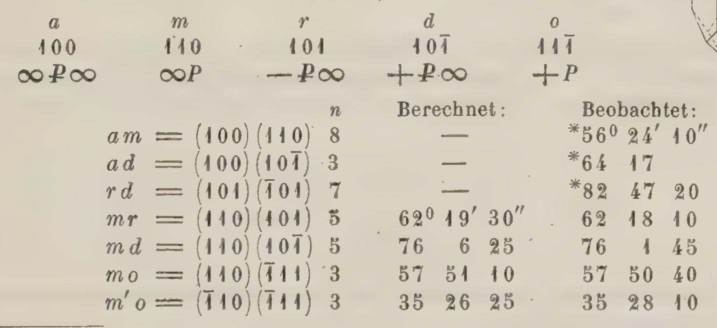
$C^6H^3.NO^2.SO^3K.OH.$ Stellung 1.3.4.

Fig. 8.

Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,70451 : 1 : 1,52466$$
$$\beta = 62^0\ 1'\ 15''.$$

Beobachtete Combination (Fig. 8):



a	m	r	d	o
100	110	101	$10\bar{1}$	$11\bar{1}$
$\infty\bar{P}\infty$	∞P	$-\bar{P}\infty$	$+\bar{P}\infty$	$+P$

	n	Berechnet:	Beobachtet:
$am = (100)(110)$	8	—	*56⁰ 24′ 10″
$ad = (100)(10\bar{1})$	3	—	*64 17
$rd = (101)(\bar{1}01)$	7	—	*82 47 20
$mr = (110)(101)$	5	62⁰ 19′ 30″	62 18 10
$md = (110)(10\bar{1})$	5	76 6 25	76 1 45
$mo = (110)(\bar{1}11)$	3	57 51 10	57 50 40
$m'o = (\bar{1}10)(\bar{1}11)$	3	35 26 25	35 28 10

*) Dieser Körper ist somit nicht, wie zu erwarten wäre, isomorph mit den entsprechenden Cl- und Br-Verbindungen (s. diese Zeitschr. **1**, 587). Jedenfalls liegt hier eine Dimorphie vor, da in Spaltbarkeit und Prismenwinkel zwischen der monosymmetrischen Jodverbindung und den beiden rhombischen (unter einander isomorphen) Chlor- und Bromverbindungen eine auffallende Aehnlichkeit existirt. P. Groth.

Spaltbarkeit vollkommen nach $(\bar{1}01)$.

Die Ebene der optischen Axen ist normal auf (010) und bildet einen Winkel von etwa 4^0 mit Axe c gegen Axe a. Erste Mittellinie negativ, normal auf (010). Dispersion gekreuzt; $\varrho < v$.

$$2H_a = 66^0\ 10' \text{ (rothes Licht).}$$

Die Krystalle sind strohgelb und durchsichtig. Deutlicher Dichroismus; Schwingungen parallel $\mathfrak{a}$ hellschwefelgelb, parallel $\mathfrak{c}$ und $\mathfrak{b}$ schwach gelblich, fast farblos.

7. Methylumbellsäure.

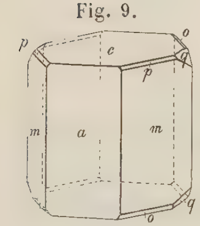
$$C_6H_3\begin{cases}OCH_3\\CH_2.CH_2.COOH\\OH\end{cases}$$

Aus Lösung in Aether-Alkohol durch langsames Verdunsten.

Monosymmetrisch.

$$a:b:c = 1{,}7131 : 1 : 3{,}5017$$
$$\beta = 86^0\ 2'.$$

Fig. 9.



Beobachtete Formen (Fig. 9):

a	b	c	m
100	010	001	110
$\infty \bar{P} \infty$	$\infty \breve{P} \infty$	oP	∞P
p	o	q	s
115	$11\bar{5}$	015	$\bar{5}07$
$-\frac{1}{5}P$	$+\frac{1}{5}P$	$\frac{1}{5}\breve{P}\infty$	$+\frac{5}{7}\bar{P}\infty$

(010) sehr schmal, $(\bar{5}07)$ nur als vollkommene Spaltungsebene beobachtet.

		n	Berechnet:	Beobachtet:
ac	$= (100)(001)$	6	—	*$86^0\ 2'$
mm'	$= (110)(\bar{1}10)$	2	—	*60 40
cs	$= (001)(\bar{5}07)$	1	—	*58 19
cm	$= (001)(110)$	5	$88^0\ 3'$	88 10
co	$= (001)(\bar{1}15)$	2	39 47	39 47
qs	$= (015)(\bar{5}07)$	1	64 29	64 25

Die Ebene der optischen Axen ist normal auf (010); erste Mittellinie negativ, fast normal auf $(\bar{5}07)$. An einer Spaltungslamelle parallel $(\bar{5}07)$ wurde der Winkel der optischen Axen in Luft $= 106^0\ 20'$ für Roth, $= 107^0$ für Violett gefunden.

8. Acetparatoluidid.

$$C_6H_4\begin{cases}CH_3\\NH.CO.CH_3.\end{cases} \quad \text{Stellung } 1.4.$$

α-Modification*).

Krystalle durch langsame Verdampfung einer Aether-Alkohollösung erhalten.

Monosymmetrisch.

$$a:b:c = 1{,}21654 : 1 : 0{,}78880$$
$$\beta = 73^0\ 52'\ 40''.$$

*) Ueber die Dimorphie dieses Körpers s. diese Zeitschr. **3**, 435.

Beobachtete Combination:

Fig. 10.

a	c	m	p	q	r
100	001	110	$\bar{1}11$	011	021
$\infty P\infty$	oP	∞P	$+P$	$P\infty$	$2P\infty$

		n	Berechnet:	Beobachtet:
ac	$= (100)(001)$	4	—	*73° 52′ 40″
$a'p$	$= (\bar{1}00)(\bar{1}11)$	12	—	*73 8 40
cp	$= (001)(\bar{1}11)$	8	—	*50 6 30
$m'm$	$= (110)(\bar{1}10)$	3	81° 6′	81 7
cq	$= (001)(011)$	1	37 9	37 7
cr	$= (00\bar{1})(02\bar{1})$	1	56 36	56 37

Spaltbarkeit vollkommen nach (001), weniger vollkommen nach (100). Zwillinge nach (001).

		Berechnet:	Beobachtet:
$a\underline{a}'$	$= (100)(\bar{1}00)$	32° 14′ 40″	32° 15′ 30
$m\underline{m}'$	$= (110)(\underline{\bar{1}\bar{1}0})$	20 48	20 56

Die Ebene der optischen Axen ist der Symmetrieebene parallel. Eine Mittellinie (positiv) fast normal auf (001). Sehr schwache geneigte Dispersion $\varrho < v$. An einer Spaltungslamelle wurde der Winkel der opt. Axen in Oel = 106° 10′ für Roth gefunden:

β-Modification.

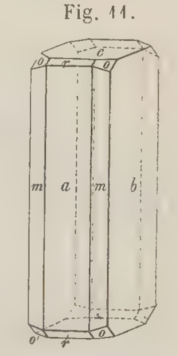
Die Krystalle wurden durch Erkaltung einer siedenden alkoholischen Lösung des monoklinen Acetoluids oder auch durch plötzliche Krystallisation einer übersättigten alkoholischen Lösung des monoklinen Acetoluids erhalten.

Rhombisch.

$a : b : c = 0{,}65147 : 1 : 0{,}32885$

Beobachtete Formen (Fig. 11):

Fig. 11.



a	b	c	m	r	o
100	010	001	110	101	121
$\infty\bar{P}\infty$	$\infty\breve{P}\infty$	oP	∞P	$P\infty$	$2\breve{P}2$

Beobachtete Combinationen: *abmr*, id. mit *o*, id. mit *co*.

		Berechnet:	Beobachtet:
ar	$= (100)(101)$	—	*63° 13′
am	$= (100)(110)$	—	*33 5
ao	$= (100)(121)$	67° 8′	67 20

Die Ebene der optischen Axen ist parallel (010), die erste Mittellinie ist negativ und normal auf (100).

Optische Formel $\underline{a}\mathfrak{b}c$.

$$2H_a = 84^0 \text{ (Roth)}. \quad \varrho < v.$$

Ref.: J. Strüver.

16. G. Grattarola und F. Sansoni (in Florenz): **Heulandit und Stilbit von San Piero** (Studii chimici sulla Heulandite e la Stilbite di S. Piero, Elba. — Atti Soc. Tosc. di Scienze Nat. Pisa **4**, fasc. 2, 1879). Die von den beiden Mineralien durch Bechi's Schüler gemachten und in D'Achiardi's Min. della Tosc.

angeführten Analysen entsprechen nicht genau der normalen Zusammensetzung derselben. Die Verfasser unterzogen sie daher einer Revision. Der Stilbit wird in rundlichen, strahlig-faserigen Krystall-Aggregaten angetroffen. Die erste Columne giebt das Mittel aus drei Analysen:

	Elba		Gustafsberg	Island
	Gr. u. S.:	Bechi:	Sjögren:	Fuchs u. Gehlen:
SiO_2	52,34	56,00	57,00	55,07
Al_2O_3	16,94	9,00	16,14	16,58
CaO	9,22	8,00	8,97	7,58
MgO	0,41	3,00	Spur	—
K_2O	1,80 (K₂O + Na₂O)	—	1,04	1,50 (K₂O + Na₂O)
Na_2O		7,00	1,21	
H_2O	19,23	18,00	16,60	19,30
	99,94	101,00	100,96	100,03

Der Heulandit ist von hellgelber Farbe, in schönen Krystallen mit glänzenden Flächen.

	Elba			Island	Farör
	Gr. u. S.:	Bechi:	Stagi:	Rammelsb.:	Thoms.:
SiO_2	57,15	60,00	57,0	58,2	59,15
Al_2O_3	17,72	7,27	14,0	17,6	17,92
CaO	9,53	8,54	9,0	7,2	7,65
MgO	Spur	4,12	—	—	—
K_2O	Spur	—	—	—	—
Na_2O	Spur	7,21	9,8	—	—
H_2O	16,80	11,70	10,0	16,0	15,40
	101,20	98,84	99,8	99,0	100,12

Ref.: A. Arzruni.

17. G. Grattarola (in Florenz): **Beccarit, eine Zirkonvarietät von Ceylon** (Beccarite, varieta di Zircone di Ceylon — Ebenda). Unter den von Dr. O. Beccari von Point de Galles mitgebrachten Mineralien, welche als Geröll am Hügelzuge Saffragam vorkommen, fanden sich farblose Topase mit sehr grossem Axenwinkel und ein olivengrünes bald an Epidot, bald an Olivin erinnerndes Mineral, dessen Merkmale folgende sind: Härte = 8, unschmelzbar, unlöslich in Säuren, glasig-harziger Glanz. Bis auf die Farbe deuten sie alle auf Zirkon hin. Approximative Messungen ergaben Zahlen, welche mit einander nicht übereinstimmen, wiewohl sie den Zirkonformen 110, 331, 111 nahekommen. Eine senkrecht zur optischen Axe geschliffene, recht durchsichtige Platte erschien im parallel polarisirten Lichte als aus nicht scharf begränzten, keine einheitliche Auslöschung besitzenden, unsymmetrischen Theilen bestehend, welche, im convergenten Lichte betrachtet, als zweiaxig sich herausstellten mit gegen die äusseren Kanten verschieden orientirten Axenebenen. Die Analyse gab:

Glühverlust	0,32
SiO_2	30,30
ZrO_2	62,16
Al_2O_3	2,52
CaO	3,62
	98,92

Die Abweichung vom Zirkon in der chemischen Zusammensetzung, die Zweiaxigkeit und die Zwillingsverwachsung des Minerals veranlassen den Verfasser es unter dem oben angeführten Namen vom Zirkon zu trennen.

Ref.: A. Arzruni.

18. Derselbe: Ueber Lithofellinsäure, dessen Baryumsalze und das Baryumsalz einer neuen Säure, der Lithobilinsäure (Studio cristallografico ed ottico dell' acido litofellico, litofellato baritico e del litobilato baritico — Ebenda). Präparate von Prof. G. Roster, in Florenz, dargestellt und in dessen zwei separat erschienenen Arbeiten (Su l'acido litofellico etc., und Sopra l'acido litobilico, etc. Firenze, 1879) beschrieben. 1) Lithofellinsäure, $C_{20}H_{36}O_4$. Approximative, zum Theil Schimmermessungen [welche nicht genügen, um über das Krystallsystem zu entscheiden. D. Ref.], hexagonaler Habitus; Platte nach der Basis im polarisirten Lichte in sechs zweiaxige, nach der Mitte zusammenlaufende Dreiecke getheilt. — 2) Lithofellins. Baryum — $(C_{20}H_{35}O_4)_2Ba$. Hexagonal. $10\bar{1}0$, $10\bar{1}1$. Der Rhomboëderwinkel 55^0 approximativ [wahrer oder Supplementwinkel? d. Ref.]. Die Prismenzone sehr flächenreich [die angeführten Zahlen jedoch kaum zu verwerthen. d. Ref.]. Auf den Prismenflächen fallen die Auslöschungsrichtungen mit der Axe und der Normalen zu derselben zusammen. 3) Lithobilinsaures Baryum $(C_{30}H_{57}O_6)_2Ba$. Monosymmetrisch mit hexagonalem Habitus; zum scheinbar-hexagonalen Prisma treten noch zwei Pyramiden hinzu. Die Krystalle wegen ihrer Kleinheit goniometrisch nicht zu untersuchen. Unter dem Mikroskop zeigten sich die correspondirenden Kanten ziemlich gleich geneigt.

Ref.: A. Arzruni.

19. E. Bechi (in Florenz): **Prehnit und Laumontit von Montecatini** (Sulla Prenite e sulla Laumonite della miniera di Montecatini. — Accad. d. Lincei (3). Tansunti **3**, 115). **Arnaldo Corsi** (in Florenz): **Toscanische Prehnite** (Ancora sulle prehnite della Toscana — Boll. Com. geol. 1879, 155)*). Die erste Arbeit ist ein Nachtrag zu einer im Jahre 1870 vom Verf. veröffentlichten. Das von ihm »Prehnitoid« bezeichnete Gestein [verunreinigter derber Prehnit. d. Ref.], welches Gänge im Gabbro bildet, ist zum Theil in verdünnter HCl-Säure löslich. — a. milchig-trübe, b. krystallinisch:

	a. lösl. Theil		a. unlösl. Theil		b.
SiO_2	0,90		34,70		42,30
CO_2	6,24		—		2,85
Bo_2O_3	2,00		—		0,33
Al_2O_3	Spur		24,45		22,06
Fe_2O_3	Spur		1,45		0,70
CaO	8,46		16,95		28,86
MgO	0,40	$+ K_2O, Na_2O$	0,73	auch Mn_2O_3	Spur
H_2O	1,30		2,42		2,98
N	—		—		0,19
	19,30		80,70		100,27

*) Vergl. diese Zeitschr. **2**, 512. Darin gleich in der ersten Zeile zu lesen »Arnaldo« statt »Arnoldo«, »Su« statt »In«. Der Ref.

In b. ist Calciumcarbonat in der ganzen Masse zerstreut und lässt sich im Dünnschliffe unter dem Mikroskop erkennen. Auch in allen Prehniten von Montecatini ist $CaCO_3$ enthalten; der Maximalgehalt an CO_2 ist 0,7955%. Die folgenden Analysen beziehen sich auf Prehnit: c. dunkelgrün, d. hellgrün, e. farblos:

	c.	d.	e.
SiO_2	43,41	44,00	43,63
Al_2O_3	23,64	24,79	23,39
CaO	24,54	23,98	26,08
Fe_2O_3	1,03	1,53	2,40
Mn_2O_3	1,87	1,03	—
N	0,22	0,20	—
H_2O	5,09	5,06	4,30
	99,80	100,59	99,80

Die grüne Färbung schreibt der Verf. dem Mn_2O_3, nicht dem Eisen zu, da sie um so stärker je mehr Mn. — Mitten im Kupferglanz des Ganges findet sich krystallisirter in Kügelchen vertheilter Laumontit, welcher mit dem Kupferglanz offenbar gleichzeitiger Entstehung ist.

SiO_2	53,78
Al_2O_3	19,28
Fe_2O_3	3,13
CaO	8,34
MgO	0,52
H_2O	15,00
	100,05

Der zweite Aufsatz enthält Polemisches gegen Herrn Bechi, um zum Theil persönliche Angriffe desselben abzuwehren, und setzt auseinander, dass die Borsäure des »Prehnitoides« dem stetigen Begleiter des Prehnites, dem Datolith angehören möge, dass aber der in Säuren unlösliche Theil nicht ohne Weiteres als Prehnit, sondern als ein Gemenge verschiedener Mineralien aufzufassen, und schliesslich, dass der Prehnitoid wohl nichts Anderes, als eine Spaltenausfüllung des Gabbro sei.

Ref.: A. Arzruni.

20. Quintino Sella (in Rom): **Anglesit von Sardinien** (Delle forme cristalline dell' Anglesite de Sardigna — Sunto della prima parte di una memoria. Accad. d. Lincei (3). Transunti **3,** 150, aprile 1879). Aus dem vorliegenden Auszuge des ersten Theiles einer Monographie erfahren wir, dass der Verf. seine im Jahre 1853 begonnenen Beobachtungen an Sardinischen Anglesiten wieder aufgenommen hat und dass, wiewohl eine Anzahl von ihm zuerst beobachteter Flächen inzwischen auch von anderen Forschern gefunden und bekannt gemacht worden sind, doch noch 38 unbeschriebene, neue Formen übrig bleiben, welche demnach zu den 44 bekannten hinzuzufügen wären. Die Bezeichnung der Flächen bezieht sich auf Krenner's Aufstellung, indem das Spaltungsprisma als primäres (110) und das Spaltungspinakoid als Basis (001) angenommen wird. Die Aufeinanderfolge der Axen ist (wie bei Krenner): Brachydiagonale, Makrodiagonale, Verticale. In dem folgenden Verzeichniss giebt die hinter dem Symbol eingeklammert aufgeführte Zahl die Anzahl der Krystalle an, an denen

die betreffende Fläche constatirt worden ist; die Abwesenheit einer solchen Zahl bedeutet, dass die Fläche blos an einem Krystall vorkam.

520,	740 (2),	430 (4),	10.9.0,	9.10.0,	780,
790,	580 (4),	106 (4),	107 (4),	2.0.15,	180,
1.0.15,	1.0.22,	029,	0.1.16,	11.12.2,	10.11.2
9.10.2	892 (2),	782,	562,	126,	781 (2),
671,	561 (3),	792,	143,	131,	295,
1.11.13,	168,	146,	8.10.1 (2)	7.10.1 (2)	236,
331 (3),	1.10.20.				

Winkeltabelle*).

	Beob.:	Ber.:		Beob.:	Ber.:
520 : 100	16° 30′	17° 26′	781 : 110	5° 27′	5° 17′
740 : —	24 28	24 10	— : 100	41 53	42 2
430 : 110	8 28	7 38	— : 010	48 7	48 12
10.9.0 : 100	35 19	35 14	— : 001	86 13	86 18
9.10.0 : —	41 8	41 26	671 : 110	6 13	6 6
780 : —	42 5	41 54	— : 100	42 35	42 40
790 : —	45 29	45 16	— : 010	47 42	47 39
580 : 010	38 21	38 31	— : 001	85 37	85 43
106 : 001	15 27	15 18	561 : 110	6 52	7 13
107 : —	13 3	13 12	— : 100	43 13	43 32
2.0.15 : —	12 17	12 21	— : 010	47 11	46 55
— : 110	80 21	80 19	— : 001	85 12	84 56
— : $\bar{1}\bar{1}1$	74 22	74 19	792 : 110	10 19	9 58
108 : 001	11 39	11 36	— : 010	45 19	45 10
1.0.15 : —	6 18	6 15	143 : 001	60 58	61 0
— : 111	59 44	59 34	— : 011	17 59	17 8
1.0.22 : 001	4 18	4 16	131 : 010	26 30–27° 0′	26 26
029 : —	15 40	15 59	295 : 011	20 13	20 26
0.1.16 : —	4 43	4 36	1.11.13 : 010	42 36	42 44
11.12.2 : 110	5 20	5 23	— : 100	85 11	85 7
— : 221	8 50	8 59	— : 001	47 56	47 41
10.11.2 : 110	5 50	5 54	— : 110	58 39	58 38
— : 010	49 24	49 24	— : 011	6 45	6 47
— : 100	40 58	41 6	168 : 010	46 27	46 33
— : 001	84 58	84 44	— : 100	81 38	81 36
9.10.2 : 110	6 28	6 32	146 : —	78 20	78 15
— : 221	7 58	8 11	— : 001	42 21	42 4
892 : 110	7 16	7 18	— : 110	56 14	56 21
— : 100	41 43	41 52	8.10.1 : 001	86 56	86 54
— : 010	48 57	48 52	— : 110	7 28	7 3
— : 001	83 56	83 29	— : $\bar{8}$.10.1	89 20 appr.	90 54
782 : 110	8 36	8 17	— : 100	45 5	44 33
— : 001	82 28	82 37	7.10.1 : —	48 57	48 22
562 : 110	11 20	11 17	— : 010	41 15	41 49
— : 001	26 54	27 0	— : 110	10 54	10 41

*) Es sind hier blos die wichtigsten Winkel wiedergegeben. Der Ref.

	Beob.:	Ber.:		Beob.:	Ber.:
7.10.1 : 7.10.$\bar{1}$	5° 16′	6 37′	1.10.20 : 001	33 10′	33° 1′
236 : 001	40 9	40 13	— : 010	57 10	57 17
— : 011	30 46	31 2	— : 011	19 50	19 49
331 : 001	81 35	80 56	— : 110	67 8	67 11
1.10.20 : 100	86 0	86 3			

Bei allen Flächen sind auch die Zonen, in denen sie beobachtet wurden, angeführt. — Manche der Symbole hält Verf. nicht für definitiv festgestellt und behält sich es vor bei einer späteren Gelegenheit dieselben einer Kritik und Revision zu unterziehen, um sie dann entweder zu acceptiren oder zu verwerfen. Eine Anzahl der neuen Flächen stehen einander ausserordentlich nahe und bedingen eine Rundung der Kanten, während sie nach anderen Richtungen scharf begrenzt sind, was darauf hinzudeuten scheint, dass die attractorischen Kräfte in manchen Zonen viel constanter als in anderen gewirkt haben. — Im zweiten Theil seiner Arbeit beabsichtigt Verf., auf die Beziehungen zwischen Grösse und Häufigkeit im Auftreten der Flächen zu sprechen zu kommen.

Ref.: A. Arzruni.

21. Lecoq de Boisbaudran (in Cognac): **Hemiedrie der Alaune** (Sur les formes hémiédriques des aluns. Comptes rendus acad. Paris **88**, 360, Févr. 1879 — auch Bull. soc. min. d. France, **2**, 41, 1879). Durch Eintauchen eines oktaëdrischen Chromkaliumalaunkrystalls in eine schwach übersättigte Ammoniakalaunlösung erhielt Verf. ein Oktaëder mit vier glatten und vier rauhen Flächen in tetraëdrischer Vertheilung. [Demnach wären die Alaune tetartoëdrisch? Herr Klocke (N. J. 1879, 889) fand in denselben aber keine Spur von Circularpolarisation d. Ref.].

Ref.: A. Arzruni.

22. L. Bourgeois (in Paris): **Krystallisirte Chromate** (Sur la production du chromate de baryte cristallisé. Ebenda **88**, 382, Févr. 1879 und Bull. soc. min. d. France **2**, 83, Mars 1879. — Sur la production de chromates cristallisés. Bull. soc. min. d. France **2**, 123, Mai 1879). — Es wird ein Alkalichromat mit dem Chlorür desjenigen Metalls geschmolzen, dessen Verbindung mit Chromsäure bezweckt wird. Nach einem $^1/_2$ Stunde langen Schmelzen bei Rothgluth von 2 Aequivalent $BaCl_2$ mit 1 Aequivalent K_2CrO_4 — die ganze Menge im Gewichte von etwa 500 Gramm — und Erkaltenlassen, entstehen im Inneren der Masse pistaciengrüne, in Wasser unlösliche, in Säuren lösliche Krystalle, von spec. Gewicht = 4,60 und der Zusammensetzung $BaCrO_4$ (die Analyse liefert fast genau die theoretischen Werthe). Manchmal ist die Farbe mehr gelblich. Die Krystalle sind rhombisch, wie es sich im polarisirten Lichte erweist. Die Messungen bewiesen ihre Isomorphie mit $BaSO_4$.

	$BaCrO_4$		$BaSO_4$
110 . 1$\bar{1}$0	77° 49′		78° 18′
102 . $\bar{1}$02	76 30		77 42
012 . 0$\bar{1}$2	66	approx.	66 34

Auf dieselbe Weise wurde $SrCrO_4$ in Lamellen mit einem ebenen Winkel = 78° 20′, welcher auch durch Spaltbarkeit hervorgebracht wird, erhalten. Es ist etwas löslich in Wasser. Ebenso das Kalkchromat, welches, entsprechend

dem Anhydrit, vorherrschend die Formen (001) und (100) zu zeigen scheint. Durch paarweises Zusammenkrystallisiren der drei Salze erhielt Verf. auch isomorphe Mischungen.

Ref.: A. Arzruni.

23. F. Pisani (in Paris): **Blei- und Kupfer-Selenide aus den Anden** (Sur divers séléniures de plomb et de cuivre de la cordillière des Andes. Ebenda **88**, 391, Févr. 1879). Diese Selenverbindungen scheinen einen schmalen Gang mit Azurit, Malachit, Chrysocoll zu bilden und treten zum Theil fast rein und mit einer mikrokrystallinen Structur auf. Die Farbe der einen ist die des Kupferglanzes, die der anderen erinnert an diejenige des Buntkupfererzes. Das kupferglanzgraue Mineral besteht aus mehreren durch ihr spec. Gewicht sich unterscheidenden Varietäten. Die Analysen — Aufschliessung durch Chlor — gaben *a, b, c* — graues Mineral, *d* — Buntkupfererzähnliches:

	a	*b*	*c*	*d*
Se	48,4	37,3	29,7	42,5
Pb	30,6	40,0	62,1	13,9
Cu	20,6	16,7	6,7	42,8
Co	—	0,8	0,2	0,3
Fe	—	0,8	0,3	0,4
Ag	—	1,2	—	—
Gangart	1,2	1,7	—	—
	100,8	98,5	99,0	99,9
Spec. Gewicht	5,5	6,38	7,55	6,26

Die drei ersten Analysen entsprechen den unter dem Namen Zorgit bekannten isomorphen Mischungen $(Pb, Cu)Se$, während die letztere zur Formel $(Cu, Pb)_3 Se_2$ führt und ist diese Verbindung neu.

Ref.: A. Arzruni.

24. E. Cumenge und Edmond Fuchs (in Paris): **Ueber den Zustand der edlen Metalle in einigen ihrer Verbindungen** (Sur l'état, dans lequel se trouvent les métaux précieux dans quelques unes de leurs combinaisons. Ebenda **88**, 587, Mars 1879). Die Eisenkiese, welche in goldführenden Quarzen vorkommen, sind selbst goldhaltig, und ist ihr Goldgehalt bald vollständig durch Amalgamation zu gewinnen, bald bleibt derselbe in den Rückständen vom Amalgamationsprocesse (tailings) zurück. Es stellte sich heraus, dass die Eisenkiese von Berjósowsk (Ural) zur ersten, diejenigen von Callao (Venezuela) und Grass-Walley (Californien) zur zweiten Kategorie gehören*). In letzterem Falle ist das

*) Nach den dem Ref. zu Theil gewordenen freundlichen Angaben seitens des Herrn Bergingenieur A. A. Auerbach, Verwalter in Berjósowsk (richtiger als die übliche Schreibweise Beresowsk) soll Gold gerade in den Schwefelverbindungen — Fahlerz, Kupferkies, Bleiglanz, Eisenkies — nicht nur als mechanische Beimengung in feiner Vertheilung, sondern auch chemisch gebunden vorkommen, was schon durch dessen Abwesenheit als gediegenes Metall an allen denjenigen Stellen, wo die Mineralien noch nicht oxydirt sind, zu vermuthen war. Die Zersetzung (Oxydation) der Mineralien bedingt die Ausscheidung des nicht oxydirbaren Goldes, so dass der Oxydationsprocess auf das Gold reducirend wirkt. Allein auch directe Versuche haben Herrn Auerbach in der Richtigkeit seiner Ansicht bestärkt, indem es ihm gelang nicht nur aus den frischen zerstossenen Erzen, sondern auch aus den Rückständen des Amalgamationsprocesses (Schlich) auf nassem Wege Gold zu gewinnen. Der Ref.

Gold chemisch gebunden und zwar wie es sich herausstellte an Antimon, welches in einer dem Golde entsprechenden Menge durch die Analyse nachgewiesen wurde. Diese Ansicht unterstützen die Verfasser durch das Beispiel der goldhaltigen Mispickel von Guejar (am Fusse des Muleyhacen), in welchem das Arsen gänzlich durch Antimon ersetzt ist. Zwar findet sich Gold auch an Tellur gebunden (Ungarn, Colorado), aber auch in diesen Verbindungen ist neben Tellur fast ausnahmslos Antimon nachgewiesen worden. — Auch solche Mineralien, welche in directer Beziehung zu den goldführenden Gängen stehen, sind von den Verfassern auf ihren Gehalt an gebundenem Golde untersucht worden. So wurde der Chlorophyllit von Alleghanys [$3(Ca, Fe, Mg)O, Al_2O_3 . 3SiO_2$] zuerst der Amalgamation unterworfen und gab an mechanisch beigemengtem Golde 50 Grm. pro Tonne ab; darauf wurden sowohl mit dem Minerale selbst, wie auch mit den Amalgamationsrückständen Schmelzversuche (mit Kupfer und Antimon) angestellt und wurde im ersteren Falle immer wieder dieselbe Menge Gold erhalten, welche auch die Amalgamation lieferte, während im Schlich blos Spuren von Gold sich nachweisen liessen. Dagegen ist im Chlorophyllit gebundenes Silber — 100 Grm. auf die Tonne — vorhanden.

Ref.: A. Arzruni.

25. Lecoq de Boisbaudran (in Cognac): **Krystallogenetisches** (Remarques sur quelques points de cristallogénie. Ebenda **88**, 629, Mars 1879). Da die Trägheit der verschiedenen Flächen eines Krystalls eine verschiedene ist, so wird bei gleichbleibender Temperatur es auch die Concentration einer vorher übersättigt gewesenen Alaunlösung sein, welche einen Theil ihres Materials an in ihr befindliche Krystalle abgegeben hat, je nachdem diese letzteren eine hexaëdrische oder oktaëdrische Gestalt besitzen. Im ersten Falle wird die Concentration eine grössere als im zweiten sein, so dass, wenn eine solche Lösung auf die Hexaëderflächen keine Substanz mehr ablagert, eine Ablagerung auf den Oktaëderflächen dennoch möglich ist. — Uebrigens ist, selbst bei der Existenz einer einzigen Form am Krystall, die Schlussconcentration eine verschiedene, je nachdem die anfängliche Lösung eine übersättigte oder ungesättigte gewesen ist. Sind an den Krystallen verschiedenen Formen angehörende Flächen vorhanden, so wird bei verhältnissmässig grosser Menge Lösung der Krystall diejenige Form annehmen, welche die stabilere ist (also auf die stabilere Fläche am wenigsten Substanz ablagern) und die Schlussconcentration dieser Form entsprechen; ist dagegen die Lösungsmenge eine verhältnissmässig geringe, so bleiben alle Formen neben einander bestehen und die Concentration wird alsdann derjenigen von ihnen entsprechen, welche beim Fortwachsen des Krystalls zuerst verschwunden sein würde. — Sind die Krystalle von offenen Formen begrenzt, so drückt sich das Bestreben der stabileren Form näher zu kommen dadurch aus, dass tafelförmige oder langgezogene prismatische Gestalten entstehen. — Das Ausheilen verletzter Krystalle soll auch dann stattfinden, wenn die Lösung ihren Sättigungsgrad in Bezug auf die stabile Form erreicht hat und also auf den fertigen Krystall sonst kein Absatz von Substanz erfolgt sein würde. — Der Verf. erklärt die verschiedenartige geometrische Entwicklung der Krystalle (auch bei Mineralien) durch den Umstand, dass, sobald die Concentration die Trägheitsgrenze für die stabilste Form überschritten hat, nicht mehr die weniger stabilen, sondern die stabilsten Flächen eine grössere Anziehung auf die in Lösung befindlichen Theilchen ausüben werden. So kommt es vor, dass bald hexaëdrische, bald oktaëdrische Alaunkrystalle aus derselben

Lösung entstehen, je nachdem die Krystallisation langsamer oder rascher vor sich geht, und im zweiten Falle gerade eine Umkehrung des Factums, dass die Schlussform die stabilste (nach dem Verf. in diesem Falle das Hexaëder) sein muss, sich constatiren lässt. [In diesem Sinne ist wohl auch der vom Verf. ausgesprochene Satz: »Les cristaux se seront développés en sens opposé relativement à la face la plus stable«, zu verstehen und nicht wie Herr Klocke (Neues Jahrb. 1879, 891) denselben interpretirt, dass nämlich: Der Krystall »in den Richtungen senkrecht zur stabilsten Form langsamer wächst, als in den Richtungen senkrecht zu den anderen Formen.« Auch dieser Satz geht aus der Arbeit der Hrn. Lecoq hervor, hat aber mit dem citirten nichts zu thun, wenn nicht, dass er scheinbar gerade das Entgegengesetzte ausdrückt. Beide Sätze können aber dennoch neben einander bestehen bleiben, da der eine sich auf einen speciellen Fall (gleichbleibende Temperatur) bezieht, während dem anderen (dem angeführten) vom Verf. eine allgemeine Gültigkeit beigelegt wird. Sollte man den citirten Satz wie Herr Klocke auffassen, so würde derselbe keine Erklärung für das verschiedene Aussehen, welches ein und dasselbe Mineral unter den verschiedenen Bildungsbedingungen annimmt, liefern, was aber der Verf. gerade bezweckt und ausdrücklich betont. Der Ref.]. Am Schlusse werden Beispiele aus der Krystallisation des Galliums, welches je nach der Temperatur, resp. je nach der Schnelligkeit des Auskrystallisirens, einen verschiedenen Krystallhabitus zeigt, angeführt: bei der Schmelztemperatur entstehen nach der Basis tafelförmig entwickelte Krystalle, bis zu einer Temperatur von 15—20⁰ erkaltet liefert dagegen die geschmolzene Masse Pyramiden.

Ref.: A. Arzruni.

26. Ad. Carnot (in Paris): **Mallardit und Luckit** (Sur un nouveau sulfate de manganèse naturel (mallardite) et une nouvelle variété de sulfate de fer (luckite). Ebenda 88, 1268, Juin 1879 auch Bull. soc. min. d. France 2, 117 et 168, Avril et Juin 1879).

E. Mallard (in Paris): **Ueber den Mallardit** (Sur le minéral étudié par Mr. Carnot — Bull. soc. min. de France 2, 119, Avril 1879). Beide Mineralien stammen aus der Silbergrube Lucky-Boy, südlich vom Salzsee, beim Butterfield Cañon, $6^1/_2$ Stunden von den Gruben Old Telegraph, im Staate Utah und sind von Herrn Chaper mitgebracht worden. Sie wurden von den Arbeitern als unbrauchbares Natriumsulfat weggeworfen und sind die zur Untersuchung erhaltenen Exemplare abgerieben, verwittert und überhaupt mangelhaft erhalten. Nähere geognostische Angaben über das Vorkommen fehlen vorläufig. — Der Mallardit findet sich nebst Quarzsand und Baryt in krystallinischen, parallelfaserigen Massen, welche an der Luft verwittern, undurchsichtig und mehlig werden. Leicht löslich in Wasser, zeigt alle Reactionen auf Mangan und Schwefelsäure. Die Analysen von Herrn Riout (*a*) und dem Verfasser selbst (*b*) gaben:

	a	*b*	Sauerstoff:	
Unlösl. Subst.	14,0	1,6		
SO_3	26,0	29,0	17,40	= 5,80 × 3
MnO	20,9	23,6	5,31	= 5,75 × 1
FeO	0,3	—	—	
MgO	1,2	0,6	0,24	
CaO	0,8	0,7	0,20	
H_2O	36,8	44,5	33,55	= 5,65 × 7
	100,0	100,0		

und führen zur Formel $MnSO_4 + 7H_2O$. — Herr Mallard fand dass die Form auf ein Prisma mit rhombischem Querschnitt und einer Abstumpfung (010), welche vorherrscht, sich zurückführen lässt. Auf letztgenannter Fläche bildet die Auslöschungsrichtung mit der Prismenzonenaxe einen Winkel von 43°. Das Mineral ist also wahrscheinlich monosymmetrisch und offenbar ident mit dem künstlich bei niederer Temperatur entstehenden Mangansulfat mit der gleichen Menge Wasser. Die Bildung hat also in der Natur wahrscheinlich unter analogen Umständen stattgefunden. An der Luft verliert das Mineral einen Theil seines Wassers und wird zu $MnSO_4 + 5H_2O$. — Der Luckit findet sich in einer ähnlichen Masse wie der Mallardit, welche aber durch bituminöse Stoffe etwas gefärbt ist. Die durchsichtigen, etwas bläulichen Krystalle sind unregelmässig prismatisch, verwittern nicht an der Luft und haben eine der Formel $(Fe, Mn)SO_4 + 7H_2O$ entsprechende Zusammensetzung, in welcher die Mengen Fe und Mn sich wie 10 : 1 verhalten:

		Sauerstoff:	
Unlösl. Subst.	7,2		
SO_3	26,3	15,78	= 5,26 × 3
FeO	21,7	4,80	
MnO	1,9	0,43	= 5,48 × 1
MgO	0,2	0,08	
CaO	0,5	0,14	
H_2O (Diff.)	42,2	37,55	= 5,36 × 7
	100,0		

Die Auslöschungsrichtung ist gegen die Prismenzonenaxe annähernd 26° geneigt und deutet auf das monosymmetrische Krystallsystem hin.

Ref.: A. Arzruni.

27. A. Issel (in Genua): **Datolith und Skolezit aus dem Casarza-Gebiet** (Datolite e Scolecite del territorio die Casarza [Liguria] — Boll. Com. geol. 1879, 530). Die beiden Mineralien, welche aus Ligurien noch nicht bekannt waren, finden sich neben Kalkspath in einem breccienartigen Gange der Schlucht Vallegrande unweit des Val di Spine. Der Gang setzt zwischen Serpentin und Diallaggabbro auf. Der Datolith, zum Theil körnig-mikrokrystallinisch und auch in kleinen wohlausgebildeten Krystallen, scheint der älteste Absatz zu sein. In Hohlräumen der dichten Varietät und auf den Krystallen sitzen Kalkspathkrystalle von rhomboëdrischem Habitus und abgerundeten Flächen auf. Als jüngste Bildung endlich ist der Skolezit, welcher in rundlichen, radialfaserigen Aggregaten auf Kalkspath wie auch auf dem Datolith aufsitzt, zu betrachten. Die Datolithkrystalle, deren genaue krystallographische Beschreibung Verf. bei einer späteren Gelegenheit zu veröffentlichen gedenkt, erreichen zuweilen die Grösse von 10 mm, sind aber meistens viel kleiner. Sie sind durchsichtig, wasserhell mit einem Stich ins Grünliche, Meergrüne und Hellblaue. Ihr Glanz ist ein recht starker und demjenigen des Diamanten nahe kommender. Der Habitus der Krystalle wechselt sehr beträchtlich, gleicht jedoch am meisten demjenigen des Datoliths von Bergen Hill. Beim Ablösen der Krystalle von ihrer Unterlage zerspringen und zerbröckeln sie leicht. Härte = 5,5. Specifisches Gewicht = 2,805 (nach Bechi = 2,898). Beim Erwärmen entwickelt das Mineral einen Geruch nach gebrannter organischer Substanz, was wohl dem Vorhandensein ammoniakalischer Salze, welches von Bechi in toscanischen Serpentinen nachgewiesen wurde, zu-

geschrieben werden dürfte. Das Mittel dreier von Prof. Bechi ausgeführten Analysen giebt, ziemlich übereinstimmend mit der Zusammensetzung von Datolithen anderer Fundorte:

SiO_2	=	37,61
B_2O_3	=	20,84
CaO	=	35,52
MgO	=	0,08
Al_2O_3	=	0,07
Glühverlust (H_2O)	=	5,88
		100,00

Der Skolezit, dessen Kügelchen aus mikroskopischen Krystallen bestehen, besitzt das spec. Gewicht = 2,23—2,33 und die Zusammensetzung (ebenfalls nach Bechi):

SiO_2	=	46,65
Al_2O_3	=	25,82
CaO	=	14,44
MgO	=	0,11
H_2O	=	13,00
Bo_2O_3	=	Spur
		100,02

Auch diese Zahlen stimmen mit den sonst für den Skolezit gefundenen überein. Der Magnesiagehalt der beiden Mineralien rührt unzweifelhaft vom Serpentin her.

Ref.: A. Arzruni.

28. A. Cossa (in Turin): **Korundführender Feldspath vom Biellese** (Sul feldispato corindonifero del Biellese. — Acc. Lincei (3). Transunti **3**, 229, Giugno 1879). Vom französischen Ingenieur Muthuon im Anfang dieses Jahrhunderts entdeckt, wurden die mit einander vergesellschafteten Mineralien zuerst von Vauquelin analysirt. Das vom Verf. untersuchte Material stammt von Foggia im Triverogebiete her und tritt in Form schmaler Gänge im Diorit auf; es ist weiss und besitzt das spec. Gewicht 2,628 bei + 17° C. Die vom Verf. ausgeführte Analyse weicht wenig von derjenigen von Rocholl (in Rammelsberg's Mineralchemie 2. Aufl. 576) ab, liefert aber Spuren von Titan- und Phosphorsäure und Eisenoxyd. Die Masse ist mikrokrystallinisch und enthält unregelmässig zerstreute Plagioklasbruchstücke, sowie Apatitkryställchen und Flüssigkeitseinschlüsse mit beweglichen Libellen. Der Korund von spec. Gewicht = 3,842 bei + 17° C. besitzt folgende Zusammensetzung:

Al_2O_3	=	93,725
Fe_2O_3	=	1,094
SiO_2	=	3,141
TiO_2	=	Spur
CaO	=	Spur
H_2O	=	0,867

Ref.: A. Arzruni.

29. Niccolo Pellegrini (in Pisa): **Chemische Zusammensetzung eines Chrysokolls aus Chili** (Analisi chimica di una crisocolla del Chili. Gazz. chim.

ital. **9**, 293, 1879, Palermo). Das vom Verf. analysirte Mineral wurde von Dr. C. Regnoli vom Cerro Blanco her mitgebracht. Es zeigt ebensowenig eine constante Zusammensetzung, wie eine einheitliche Farbe, welche aussen hellgrün (1) ist, gegen die Mitte hin intensivgrün (2) und im Inneren tief grünblau, manchmal ins Braune übergehend (3). Die verschiedenfarbigen Theile sind leicht von einander zu trennen, indem das Mineral eine schaalige Structur besitzt.

	1.	2.	3.
H_2O	7,30	24,00	26,15
SiO_2	16,62	26,69	25,94
CuO	65,30	39,89	31,91
Fe_2O_3	4,96	1,50	9,23
Al_2O_3		0,42	
CaO	3,08	2,31	3,99
FeO	—	1,82	—
Nicht bestimmte Bestandtheile und Verlust	2,74	0,37	2,78
	100,00	97,00*)	100,00

Die Analyse (2) ergiebt Zahlen, welche sehr nahe zu denjenigen von Field für dasselbe Mineral von Coquimbo gefundenen stehen.

Ref.: A. Arzruni.

30. C. Friedel und E. Sarasin (in Paris): **Künstlicher Quarz** (Reproduction artificielle du Quarz cristallisé. Bull. soc. min. de France **2**, 113, Avril 1879). Abweichend von den von de Sénarmont, Daubrée und Hautefeuille angewandten Methoden, erhielten die Verfasser krystallisirten Quarz durch Erhitzen eines Gemenges von Kali, gefällter Thonerde und gallertartiger Kieselsäure (wo letztere in vorherrschender Menge) in Gegenwart von Wasser bis zu einer nahe der Rothgluth kommenden Temperatur, einmal während 14 Stunden, ein ander Mal 38 Stunden lang. Fast die gesammte Kieselsäure verwandelt sich in Quarz, an dem die Formen $(10\bar{1}0)$, $\varkappa(10\bar{1}1)$, $\varkappa(01\bar{1}1)$ und die das natürliche Mineral charakterisirenden Eigenschaften, wie Ausbildung, Streifung u. s. w. beobachtet werden konnten. Die Krystalle erreichten 0,5 mm Länge auf 0,1 mm Dicke. Manche von ihnen zeigten auch spitzere Rhomboëder, sowie dreieckige tetartoëdrische Flächen. — Der zu den Versuchen verwendete Apparat ist ein Stahlcylinder mit 1 cm dicken Wänden und einer Weite von 16 mm im Lichten. Im Inneren ist er mit einem Kupferrohre ausgefüttert, welches durch einen Stöpsel aus demselben Metall verschliessbar, während über denselben noch ein vermittelst dreier Schrauben zu befestigender Stahldeckel angebracht ist. Das Kupferrohr wird durch das Experiment corrodirt und es finden sich neben Quarz auch Kupferkrystalle an den inneren Wandungen vor. Die Versuche wurden in der Wiesnegg'schen Erhitzungsvorrichtung ausgeführt.

Ref.: A. Arzruni.

31. Alex. Gorgeu (in Paris): **Künstlicher Polianit** (Sur la production artificielle du bioxyde de manganèse. Ebenda **2**, 122, Mai 1879). Wird krystalli-

*) Im Original ist die Summe = 100 angegeben. Es hat sich also irgendwo ein Druckfehler eingeschlichen. Welche aber von den Zahlen die falsche ist — ist nicht ersichtlich. Der Ref.

sirtes Mangannitrat geschmolzen und übersteigt die Temperatur 155⁰, so zerfällt es in Salpetersäure, Untersalpetersäure und Manganbioxyd, welches sich absetzt und krystallisirt erhalten werden kann, wenn die Zersetzung langsam in einem Oel- oder Paraffinbade bei 155—162⁰ stattfindet. Nach Des Cloizeaux entsprechen diese Krystalle denjenigen des natürlichen Polianit, dessen sämmtlichen Eigenschaften sie auch besitzen; so Härte = 6,5; spec. Gewicht = 5,08.

Ref.: A. Arzruni.

32. Ed. Jannettaz (in Paris): **Farben des Diamanten im polarisirten Lichte** (Sur les colorations du diamant dans la lumière polarisée. Ebenda **2**, 124, Mai 1879). An mehreren Diamanten beobachtete Verf. im parallelen polarisirten Lichte farbige Streifen, welche an die Erscheinungen in gekühlten Gläsern erinnern und welche vom Verf. als durch verschiedene Ursachen hervorgerufen betrachtet werden: Einschlüsse fremder fester Substanzen und Gaseinschlüsse, welche durch die Verschiedenheit ihrer Ausdehnbarkeit Spannungen bewirken (und es treten auch in der That Farbenerscheinungen nach dem Erwärmen auf). Durch die Gaseinschlüsse und ihre Ausdehnung können ferner die einzelnen Krystalllamellen eine gegen einander nicht absolut parallele Lage erlangen, wodurch farbige Interferenzerscheinungen eintreten. Verf. weist die Erklärung des Herrn Mallard, dass der Diamant nicht regulär sei, zurück, indem er die vorgeführten Erklärungen für ausreichend erachtet, besonders da ganz reine und einschlussfreie Diamantsplitter das Licht nicht polarisiren.

Ref.: A. Arzruni.

33. A. Damour und A. Des Cloizeaux (in Paris): **Ueber den Hopeit** (Nouvaux essais sur la Hopéite. Ebenda **2**, 131, Mai 1879).

C. Friedel und E. Sarasin (in Paris): **Zusammensetzung des Hopeit** (Sur la composition de la Hopéite. Ebenda **2**, 153, Juin 1879).

Die Zusammensetzung des Hopeit war bisher nicht genau bekannt: man vermuthete, dass er eine wasserhaltige Zink- (und Cadmium-) Verbindung mit Phosphor- oder Borsäure sei. Herr Damour, dem 2 mg des Minerals zu Gebote standen, konnte auf nassem Wege die Gegenwart von Zink und Phosphorsäure bestätigen, ohne jedoch in der Lage zu sein die genaue Zusammensetzung anzugeben. Die Herren Friedel und Sarasin ermittelten dieselbe nun auf synthetischem Wege. Es wurden Zinkoxyd und Phosphorsäure in wässeriger Lösung in verschiedenen Proportionen in zugeschmolzenen Röhren Temperaturen von 150—180⁰ etwa 16 Stunden lang ausgesetzt. In allen Röhren bildeten sich mikroskopische, anscheinend rhombische Krystalle neben anderen von dreieckiger Gestalt. Letztere traten in geringerer Menge in denjenigen Röhren auf, welche mehr Phosphorsäure enthielten, bis endlich durch einen noch grösseren Zusatz von Säure ausschliesslich rhombische Prismen erhalten wurden, welche auch gemessen werden konnten und Werthe ergaben, welche denjenigen des Hopeit nahe kommen. Ebenso zeigten sich die optischen Eigenschaften der künstlichen Krystalle mit denjenigen der natürlichen übereinstimmend. Die Analyse ergab die Zusammensetzung $Zn_3P_2O_8 + 4H_2O$, welche auch von Herrn Debray für Krystalle ermittelt wurde, welche er durch Kochen einer Phosphorsäurelösung, die über Zinkcarbonat gestanden hatte, erhielt.

	Versuch:	Theorie:
P_2O_5	31,12	31,07
ZnO	53,52	53,18
H_2O	14,45	15,75
	99,09	

Beim Trocknen verliert die Verbindung einen Theil ihres Wassers, welches sich aus anderen Bestimmungen = 16% herausstellte. Dieselbe Verbindung wird auch durch einfaches Kochen von gleichen Mengen Phosphorsäure und Zinkoxyd erhalten. Nach Skey soll der Hopeit $Zn_3P_2O_8 + 5H_2O$ sein, allein diese Formel verlangt 19,07% H_2O. — In krystallographischer Hinsicht ist der Hopeit von Haidinger untersucht worden, welcher die Flächen: (100), (120), (010), (001), (101) und (111) angab. Lévy fügte zu diesen noch (320), (140) und (103) hinzu. Herrn Des Cloizeaux gelang es, einen aus der Hauy'schen Sammlung stammenden, 5 mm langen, 2 mm dicken und 3 mm breiten Krystall zu messen:

	Berechnet:		Gemessen:	
	Lévy	Des Cloizeaux	Haiding.	Fr. u. Sar.
$110.1\bar{1}0$	59° 34′	—	—	60° circa
—.010	60 13	—	—	60 -
120.100	48 51	48° 10′—49° 0′	—	— -
—.$1\bar{2}0$	97 42	—	98° 26′	— -
101.001	39 30	41 50	—	— -
*—.100	50 30	50 40—50 0	—	— -
—.$\bar{1}01$	79 0	79 0—79 40	78 36	— -
—.103	24 8	24 20—24 0	—	— -
$103.\bar{1}03$	34 44	—	—	30 -
*$111.1\bar{1}1$	40 0	40 2	—	— -
—.$\bar{1}11$	73 24	73 40—73 53	—	— -
—.100	53 18	52 4	—	— -
—.101	20 0	20 2	—	— -

$a : b : c = 0{,}5723 : 1 : 0{,}4718$

Wie schon Brewster angiebt, ist die Ebene der optischen Axen = (001) und ist diese Angabe von den Herren Friedel und Sarasin an künstlichen Krystallen bestätigt worden. Die erste Mittellinie ist negativ und normal zu (010); $\varrho < v$ schwach. Der Axenwinkel blos annähernd wegen der Streifung von (010) und der Zwillingslamellen:

$2E$ =	78° 3′	(rothes Glas);	=	78° 35′	(Na–Flamme)
$2H$ =	54 47	- -	=	54 52	-
$2E$ aus $2H$ berechnet =	84 49½	- -	=	85 7	-
$2H_0$ =	125 52	- -	=	125 47	-
$2V$ aus $2H$ und $2H_0$ =	54 39	- -	=	54 44	-
β berechnet =	1,469	- -	=	1,471	-

In der Sammlung der Universität Lüttich befindet sich ein schöner Hopeitkrystall in einer Höhlung einer Kieselzinkerzstufe von Moresnet, welcher die Combination (100), (010), (101), (111) darzubieten scheint.

Ref.: A. Arzruni.

34. Leopold Michel (in Paris): **Krystallisirte Wolframate** (Sur quelques tungstates cristallisés. Ebenda **2**, 142, Mai 1879). Nach Geuther's Methode

werden 1 Theil Natriumwolframat, $1^1/_2$ Theil Metallchlorid und 2 Theile Chlornatrium in einem Porzellantiegel, welcher in einem hessischen Tiegel steckt (wobei der Zwischenraum zwischen beiden mit geglühter Magnesia ausgefüllt ist), zusammengeschmolzen. Ein Ueberschuss an *NaCl* begünstigt die Bildung von grösseren und besser ausgebildeten Krystallen. Es wurden erhalten die Salze von Baryum, Strontium, Calcium (Scheelit), Magnesium, Mangan (Hübnerit), Eisen (Ferberit), Mangan und Eisen (Wolfram), Cobalt, Nickel, Zink, Cadmium, Kupfer, Blei (Stolzit) und Wismuth. Das Krystallographische wird Verf. später mittheilen.

Ref.: A. Arzruni.

35. A. Richard (in Paris): **Mineralien von den Gruben Sarrabus auf der Insel Sardinien** (Ebenda **2**, 148, Juin 1879). Zu den in dieser Zeitschr. **2**, 506, befindlichen Angaben wäre noch hinzuzufügen, dass in denselben Gängen noch Wulfenit, Harmotom, Gyps, Dolomit, Aragonit, Breithauptit vorkommen. Der Harmotom ist sowohl in einfachen (Gang Giovanni Bonu) wie in Doppelzwillingen (Gang Baccu Arrodas) angetroffen worden. Im letzteren Gange sitzen die Krystalle des Harmotoms auf Fahlerz und sind, wie die daneben auftretenden Kalkspathkrystalle, mit einer aus Dolomitrhomboëdern bestehenden Kruste bedeckt. Diese Rhomboëder sind sowohl in Bezug auf die Kalkspathkrystalle wie auch unter sich genau parallel orientirt. Am Kalkspath beobachtete Herr Richard die Form $\varkappa(07\bar{7}5) = -\frac{7}{5}R$, welche an prismatischen Krystallen auftritt, und auch das primäre Rhomboëder. Der Wulfenit wurde blos einmal und zwar neben Cerussit in einem erdigen Gemenge von Silberglanz und Brauneisenstein angetroffen.

Ref.: A. Arzruni.

36. C. Friedel und E. Sarasin (in Paris): **Künstlicher Libethenit** (Sur la Libéthénite artificielle. Ebenda **2**, 157, Juin 1879). Debray erhielt diese Verbindung durch Erhitzen von $Cu_3P_2O_8 + 3H_2O$ mit Wasser in zugeschmolzenen Röhren. Sie entsteht aber schon bei 100^0 bei der Berührung desselben Phosphates mit dem Nitrat oder Sulfat, sowie bei höherer Temperatur mit dem Chlorid des Kupfers und scheint unter den verschiedensten Bedingungen sich zu bilden. Während die Arsensäure unter analogen Umständen mannigfaltige Arseniate des Kupfers und Doppelverbindungen mit Natrium liefert, erzeugt die Phosphorsäure nur Libethenit bei Einwirkung von Natriumphosphat auf Kupfersulfat oder der Säure selbst auf Kupferoxyd oder -Carbonat. Die Siedetemperatur des Wassers reicht aus um den Libethenit zu bilden, während bei Anwendung eines Ueberschusses der Säure bei 180^0 in zugeschmolzenen Röhren schöne Krystalle erhalten werden. An solchen wurde gemessen: $(110)(1\bar{1}0) = 87^0\ 30'$, $(101)(\bar{1}01) = 70-71^0$. Die entsprechenden Werthe der natürlichen Krystalle sind $87^0\ 40'$ resp. $70^0\ 8'$. — Eine charakteristische Reaction und zugleich ein Mittel ihn vom Olivenit zu unterscheiden, liefert der Libethenit, wenn er, von reducirenden Gasen geschützt, geglüht wird. Zwar verwandeln sich dabei beide Mineralien in ein in der Wärme braun gefärbtes Pulver, welches jedoch blos beim Olivenit seine Farbe auch in der Kälte behält, während es beim Libethenit eine schöngrüne Farbe annimmt.

Ref.: A. Arzruni.

37. Dieselben: Darstellung von Feldspathsubstanz (Sur la production artificielle d'une matière feldspathique. Ebenda **2,** 158, Juin 1879). Schon bei der Darstellung des Quarzes *) wurden kleine Tafeln beobachtet, welche bei Anwendung grösserer Mengen Thonerde und Kali in grösserer Zahl auftraten. Noch bequemer erhält man sie, wenn $Al_2\,Cl_6$ mit Kaliumsilicat gefällt und nach dem Auswaschen des Niederschlages demselben wiederum Kaliumsilicat mit Aetzkali hinzugefügt wird. Nach einem 36 Stunden langen Erhitzen (auf die beim Quarz l. c. angegebene Weise) entstehen unsymmetrisch sechsseitige Tafeln, die ihrer Kleinheit wegen zwar nicht genau messbar (der ebene Winkel zw. (101)(100) auf 010 beträgt 140^0), jedoch das spec. Gewicht des Orthoklases besitzen. (Es wurde die Thoulet'sche Flüssigkeit: Auflösung von Jodquecksilber in Jodkalium verwendet.) Die Analyse lieferte Zahlen, welche sowohl durch Beimengung von etwas Quarz, wie durch eine dem Petalit analoge Zusammensetzung des Feldspaths mit weniger Quarz erklärt werden können.

	Versuch:	Ortboklas:	(Kali) = Petalit:
$Si\,O_2$	72,0	64,63	70,90
$Al_2\,O_3$	14,9	18,49	15,21
$K_2\,O$	12,2	16,87	13,88
	99,1		

Bemerkenswerth ist, dass in zwei Versuchen neben Quarz auch Tridymit beobachtet wurde. Es ist das erste Mal, dass dieses Mineral auf wässrigem Wege erzeugt wird.

Ref.: A. Arzruni.

38. A. Des Cloizeaux (in Paris): **Monosymmetrische Form des Epistilbit** (Sur la forme clinorhombique à laquelle doit être rapportée l'Epistilbite. Ebenda **2,** 161, Juin 1879). Die Untersuchung an 25 Schliffen und Spaltungsplatten nach (010) von Epistilbiten von Öfjord und Berufjord zeigte, dass die scheinbar einfachen Krystalle Zwillinge nach der Fläche (100) sind. Die Zwillingsgrenzen sind nicht immer geradlinig, sondern es ragen Fetzen des einen Krystalls in den andern hinein. Die Auslöschungsrichtungen nach rechts wie nach links von der Verticalen geben 8^0 57′ (im Mittel von über 90 Beobachtungen). Die optische Axenebene ist (010) und es bildet also die erste Mittellinie einen Winkel von 8^0 57′ mit der Normale zur Fläche (100). Directe Messungen dieses Winkels ergaben successive 4^0 50′, 5^0 20′, 7^0 42′. Die Dispersion der Axen ist $\varrho < v$; die geneigte Dispersion der Mittellinie war dagegen nicht zu constatiren. Die rhombischen Zeichen (110), (010), (101), (011), (121) verwandeln sich demnach in (110), (010), ($\bar{1}$01) und (001), ($\bar{1}$12), (011) und ($\bar{1}$11). Bei der Zwillingsverwachsung nach (100) müssten dann die früher als (011) aufgefassten Flächen aus je zwei Theilen bestehen und einen ein- resp. ausspringenden Winkel von 0^0 24′ mit einander bilden, wenn die von G. Rose und Sartorius von Waltershausen für (101)($\bar{1}$01) angegebenen Werthe: 70^0 14′ resp. 70^0 47′ nicht auf dieselben Flächen, sondern die eine auf (001(00$\bar{1}$), die andere auf ($\bar{1}$01)(10$\bar{1}$) sich beziehen. Es ist jedoch wahrscheinlicher anzunehmen, dass die angeführten Messungen an einer und derselben Art orthodiagonaler Endflächen angestellt worden sind.

Ref.: A. Arzruni.

*) Vergl. oben das Referat Nr. 30.

39. A. Damour (in Paris): **Chromgranat vom Pic Posets bei Maladetta in den Pyrenäen** (Note sur un grenat chromifère trouvé au Pic Posets près la Maladetta — Pyrénées. Ebenda **2**, 165, Juin 1879). Dieses Mineral ist ein wesentlicher Bestandtheil eines hellgrünen krystallinischen Gesteins neben Kalk, Quarz, und einer weissen leicht schmelzbaren Substanz. Nach Weglösen des Kalkes mit verdünnter Salpetersäure treten dodekaëdrische Granaten hervor. Härte = 6—7; spec. Gewicht = 3,43; Zusammensetzung (*b*), sehr ähnlich derjenigen des Granates von Oxford (Canada), welche Sterry Hunt anführt (*a*):

	(*a*)	(*b*)	Sauerstoff:		Verhältniss:
SiO_2	36,65	36,20		19,30	2
Al_2O_3	17,50	10,20	4,75		
Cr_2O_3	6,20	6,50	2,04	9,67	1
Fe_2O_3	—	9,60	2,88		
FeO	4,97	8,16	1,81		
MnO	—	0,50	0,13	9,79	1
CaO	33,20	27,50	7,85		
MgO	0,81	—			
Flüchtige Subst.	0,30	—			
	99,63	98,66			

Ref.: A. Arzruni.

40. Derselbe: Ueber den Venasquit (Note sur la Vénasquite. Ebenda **2**, 167, Juin 1879). Zuerst von Nerée Boubée im Jahre 1857 erwähnt und mit Ottrelit vereinigt, kommt dieses Mineral bei der Stadt Vénasque in krystallinen Massen vor. Farbe grauschwarz, undurchsichtig (daher optisch nicht untersucht). Härte = 5,5; spec. Gewicht = 3,26. Schmilzt vor dem Löthrohr an den Rändern, jedoch schwer; giebt auf Kohle ein schwarzes, etwas magnetisches Glas; ist unlöslich in Säuren.

		Sauerstoff:		Verhältniss:
SiO_2	44,79		23,89	6
Al_2O_3	29,71		13,84	3
FeO	20,75	4,61	4,85	1
MgO	0,62	0,24		
H_2O	4,93		4,38	1
	100,80			

Es folgt daraus die Formel:

$$(Fe, Mg)O,\ Al_2O_3,\ 3\,SiO_2 + H_2O,$$

während die des Ottrelits nach Analysen desselben Verfassers

$$3\,(Fe, Mn)O,\ 2\,Al_2O_3,\ 6\,SiO_2 + 3\,H_2O$$

sein würde.

Ref.: A. Arzruni.

41. G. Wyrouboff (in Paris): **Optische Eigenschaften isomorpher Mischungen** (Sur les propriétés optiques des mélanges isomorphes. Bull. soc. min d. France **2**, 91, Avril 1879).

Derselbe: Chemische, geometrische und optische Isomorphie (Contributions à l'étude de l'isomorphisme chimique, géométrique et optique. — Ebenda **2**, 170, Juin 1879).

Henry Dufet (in Paris): **Ueber die Isomorphie** (Sur l'isomorphisme — observations sur la communication de Mr. Wyrouboff. Ebenda **2**, 140, Mai 1879).

Lecoq de Boisbaudran, A. Cornu, Ed. Jannettaz (in Paris): **Ueber denselben Gegenstand** (Observations faites à la suite de la communication de Mr. Wyrouboff. — Ebenda **2**, 103—105, Avril 1879).

Herr Wyrouboff, welcher seine erstcitirte Abhandlung mit einer Discussion des Begriffes Isomorphie einleitet und die Allgemeingültigkeit der bisherigen Definition verwirft (indem er die Thatsache anführt, dass manche Körper bei entsprechender Constitution verschiedene Formen zeigen und sich dennoch in variablen Mengen mischen können — z. B. K_2SO_4 und Na_2SO_4 — während »wir« (?) dagegen als isomorph auch Substanzen bezeichnen, die chemisch Nichts mit einander gemein haben und blos geometrische Aehnlichkeiten aufweisen — z. B. Aragonit und Salpeter*), etc.), ist der Meinung, dass man dreierlei Factoren bei den isomorphen Körpern in Betracht zu ziehen habe: die chemische Zusammensetzung, die geometrischen und die optischen Eigenschaften (von den übrigen physikalischen Eigenschaften, als von solchen, die weniger studirt worden sind, wird vorläufig abstrahirt), wobei sie entweder alle drei coincidiren, analoge sind, oder je zwei derselben gleichzeitig übereinstimmen, oder endlich die Aehnlichkeit blos in einer Hinsicht vorhanden sein kann. Hauptsächlich den Zweck verfolgend, zu ergründen, in welcher Weise die optischen Eigenschaften (Lage der optischen Axenebene und Grösse des Axenwinkels) in Mischungen von Körpern mit analoger Zusammensetzung und verschiedener Form oder mit verschiedener Zusammensetzung bei ähnlicher Form (!) sich modificiren, theilt Verf. sein Material in drei Gruppen ein: in solche Körper 1) bei denen alle drei Arten von Eigenschaften einander entsprechende sind**), 2) die bei gleicher Form und chemischen Constitution optisch von einander abweichen und 3) bei denen blos die Zusammensetzung eine analoge ist.

1. Gruppe. Die Verbindungen K_2SO_4 und K_2CrO_4, welche in homogenen rhombischen Krystallen durch Abkühlen der Lösungen erhalten werden können, besitzen folgende optischen Eigenschaften:

	opt. Axenebene:	Erste Mittellinie:
K_2SO_4	(100)	positiv, normal zu (001)
K_2CrO_4	(100)	negativ, normal zu (010)

*) Diejenigen, welche auch solche Körper für isomorph ansehen, stehen wohl ziemlich vereinzelt da, denn Aehnlichkeiten, wie die bei den erwähnten Substanzen vorkommenden, sind kaum geeignet als Beweis für eine Verwandtschaft von zwei Körpern in irgend welcher Beziehung zu dienen. Was die erste Klasse von Körpern, mit analoger chemischer Zusammensetzung und verschiedener Form, denen aber trotzdem die Fähigkeit zukommt isomorphe Mischungen zu bilden, betrifft, so ist bei denselben vielfach die Erscheinung der Polymorphie constatirt worden, wobei die gewöhnliche Form eines Körpers für ihn die stabilere Molekulargruppirung darbietet. Allein auch die labilere kann unter gewissen Umständen (bei einer anderen Temperatur oder, nach Herrn Lecoq de Boisbaudran, aus übersättigten Lösungen) erhalten werden. — Dabei ist noch zu bedenken, dass zwei chemisch verschiedene Körper bei einer und derselben Temperatur — sei es diejenige, welche während der Bildung der Krystalle geherrscht hat, oder diejenige, welcher später der Krystall ausgesetzt worden ist — durchaus nicht als in gleichen Bedingungen befindlich angesehen werden dürfen. Der Ref.

**) Der Verfasser versteht unter optischer Isomorphie eine gleiche Orientirung der optischen Axenebene, indem er für diese eine grössere Constanz als für die Grösse der Brechungsexponenten, also auch des optischen Axenwinkels und für den Charakter der Doppelbrechung annimmt — eine ziemlich willkürliche Annahme, gegen welche mit Recht der Einwand des Herrn Ed. Jannettaz gemacht werden darf, dass die Lage der optischen Axenebene eine von der Temperatur abhängige ist. Der Ref.

Ein Zusatz von 6% des Chromats reicht schon aus, um eine deutliche Abnahme des stumpfen optischen Axenwinkels des Sulfates hervorzurufen. Bei 44% des Chromats hat der Axenwinkel der Mischung bereits die Grösse desjenigen des reinen chromsauren Salzes erreicht. Dabei ist aber der Habitus der Mischkrystalle noch derjenige des Sulfates (d. h. (110), (011), (010), — letztere Fläche meist stark vorherrschend), während das Hinzufügen noch einiger weniger Procente vom Chromat der Mischung endlich auch diese Krystallausbildung raubt: die Flächen (010) verschwinden, (011) waltet vor und die Krystalle werden trübe, was sich bei allen chromreicheren Mischungen wiederfindet, selbst wenn die Menge des Sulfates auf 2—3% herabsinkt. Eine Reihe von Mischungen, welche auf die Grösse ihres optischen Axenwinkels untersucht wurden, zeigten, dass die Abnahme des stumpfen Axenwinkels nicht proportional der procentischen Zunahme des Chromates geschieht, indem je einem Procent dieser Zunahme zuerst eine Winkelabnahme von 5°, dann allmälig von 2°, 1° 30′, 0° 40′, 0° 30′ entspricht. Demnach wird die optische Wirkung des Kaliumchromates mit einem steigenden Gehalt in der Mischung eine schwächere.

2. Gruppe. Hierher gehören die Sulfate des Kaliums und Ammoniums, welche in geometrischer Beziehung einander sehr nahe stehen.

	opt. Axenebene:	1. Mittellinie:
K_2SO_4	(100)	positiv, normal zu (001)
$(NH_4)_2SO_4$	(010)	positiv, normal zu (100)

Eine Menge von 2% des Ammoniumsalzes bewirkt bei dem stumpfen Axenwinkel der Kaliumverbindung eine merkliche Abnahme, welche mit einer Constanz von 4° 40′ für je ein Procent Ammoniumsulfat stattfindet, bis dessen Menge in der Mischung 18% erreicht hat und die Krystalle fast einaxig (für Roth) werden. Bei Ammonium-reicheren Mischungen wird dann die Ebene der optischen Axen parallel der Fläche (001), die Axen gehen rasch auseinander, indem deren Winkel für je ein Procent Zunahme an Ammoniumsalz um 6° 30′ wächst. Bei einem Gehalt von 30% ist deren Winkel in Oel für Roth circa 90°. Damit nun endlich diese optischen Verhältnisse in diejenigen des Ammoniumsulfates übergehen, müssen die Axen sich noch einmal und zwar in der Richtung normal zu (100) vereinigen, um wieder in der Ebene (010) auseinander zu gehen. Diese letzte Aenderung der Axenebene ist jedoch nicht beobachtet worden, da die über 30% $(NH_4)_2SO_4$ enthaltenden Krystalle wegen der Zusammenhäufungen in welchen sie auftreten sich zur optischen Untersuchung nicht eignen. Hier nimmt also, im Gegensatze zur Wirkung des Kaliumchromates, der Einfluss des Ammoniumsalzes auf die optischen Eigenschaften mit seinem steigenden procentischen Gehalte in der Mischung zu.

3. Gruppe. Hierher gehören die chemisch analog zusammengesetzten (Hr. W. sagt: »chemisch identischen«!) Sulfate des Kaliums und Natriums und die entsprechenden Chromate, welche aber sowohl in ihren Formen, wie in ihren optischen Eigenschaften verschieden sind. — Na_2CrO_4 für sich als reine Verbindung ist übrigens nicht bekannt.

	Winkel (110)(1$\bar{1}$0):	opt. Axenebene:	1. Mittellinie:
K_2SO_4	59° 36′	(100)	positiv, normal zu (001)
Na_2SO_4	50 40	(010)	positiv, normal zu (001)

Das Zustandekommen von isomorphen Mischungen lässt sich hier nach Verfassers Ansicht nicht durch Dimorphie erklären, denn eine dem Kaliumsalze entsprechende Form der Natriumverbindung sei nicht bekannt. Nach seinen Erfah-

rungen sollen bei dimorphen Körpern ebensowenig in geometrischer, wie in physikalischer Beziehung Uebergänge von einer Form zur andern in Mischungen zu beobachten sein; es tritt vielmehr entweder die eine oder die andere Gestalt, mit unveränderten optischen Eigenschaften auf, je nach der die Körper auszeichnenden Stärke der morphogenetischen Kraft*). Bei den hier angeführten Sulfaten und Chromaten dagegen sind Uebergänge unzweifelhaft und wenn sie geometrisch wenig von einander sich unterscheiden, so sind sie in optischer Hinsicht zur Genüge charakterisirt. — Wegen der ungünstigen Ausbildung und Inhomogenität der Krystalle der Sulfate wurden die leicht in schönen Krystallen zu erhaltenden Chromate untersucht, welche ebenso wie die Sulfate einaxige und zweiaxige Gestalten liefern, wobei die optische Axe der einaxigen Modificationen in beiden Fällen positiv ist und normal zur Basis steht, indem bei den zweiaxigen Sulfaten der spitze, bei den Chromaten der stumpfe Axenwinkel gleich Null wird. Die einaxigen Krystalle sind dicke hexagonale Säulen, welche sich aus einer Anzahl nach der Basis aneinandergewachsener Krystallen zusammensetzen, einspringende Winkel (auf welche Weise? der Ref.) oder horizontale Streifung zeigen, welche auch auf der Basis parallel ihren Kanten mit dem Prisma auftritt. Im polarisirten Lichte erweisen sich diese Gebilde als aus sechs mit den Flächen (110) aneinander verwachsenen, die Flächen (010) nach Aussen zu kehrenden Krystallen bestehend. Aeusserst selten erscheinen in derselben Form auch einfache Krystalle. In anderen Fällen, besonders bei Zusatz von etwas Sulfat entstehen würfelähnliche Rhomboëder mit einem Winkel von 88⁰**). In allen diesen Fällen sind die Krystalle zweiaxig mit umso kleinerem Axenwinkel je mehr $Na_2 Cr O_4$ in der Mischung und werden erst einaxig, wenn die Menge dieses Salzes 20% überschritten

*) Diese Behauptung, welche an und für sich nicht annehmbar erscheint, da kein Grund vorliegt, wesshalb zwei Körper, welche chemisch nicht ident sind — eine isomorphe Mischung und eine reine Verbindung — es in geometrischer oder optischer sein sollten, erweist sich auch im Widerspruche mit den Thatsachen, indem die Winkelwerthe der Mischkrystalle von denjenigen der Krystalle der reinen Salze abweichen, wie es, um bei dem von Herrn Wyrouboff gewählten Beispiele zu bleiben, beim Eisenvitriole und dessen monosymmetrischen Mischungen mit Magnesiumsulfat der Fall ist (Vergl. Rammelsberg, krystallogr. Chemie 92—98, und die neueren Angaben von V. v. Zepharovich, Sitzungsber. Wien. Ak. **79**, Sitzung vom 10. März 1879; auch diese Zeitschr. **4**, 105, welche allerdings von Herrn Wyrouboff wegen ihres gleichzeitigen Erscheinens mit seiner Arbeit nicht haben berücksichtigt werden können). Andere Uebergänge zwischen zwei Körpern, deren stabile Formen zwei Krystallsystemen angehören, können wohl nicht gut verlangt werden! Im Uebrigen ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass die Winkelwerthe der entsprechenden Modificationen zweier isomorpher Körper (der für sich nicht bekannten labilen des einen und der stabilen des anderen) einander so nahe kommen, wie es der Fall ist, z. B. bei den stabilen rhombischen Formen der Sulfate des Zinks und Magnesiums. — Was die optischen Eigenschaften der Mischungen isodimorpher Körper betrifft, so sind sie zu wenig studirt, als dass über dieselben etwas Entschiedenes behauptet werden dürfte. — Herr Wyrouboff, welcher die auf Analogie basirenden Schlüsse in Bezug auf Dimorphie des Natriumsulfats verwirft, indem er einwendet, dass die zweite Form dieses Salzes nicht bekannt sei, findet es nicht unzweckmässig, dieselbe Art von Beweisführung anzuwenden, wo es ihm darauf ankommt, seine, allerdings nicht ganz im Einklange mit den bisherigen Beobachtungen stehende Idee durchzuführen, dass nämlich bei den isomorphen Körpern, »z. B. beim Eisen- und Zinkvitriol, in welchen Verhältnissen Mischungen aus denselben auch dargestellt werden möchten, es ebensowenig in geometrischer, wie in optischer Beziehung Zwischenstufen giebt, sondern dabei die eine oder die andere Gestalt entsteht.« (S. 99.) Der Ref.

**) »Oder, sagt Verf. in der Anmerkung auf S. 101, Körper, welche aus der Hälfte der Flächen einer aus den rhombischen Formen (021) und (111) gebildeten hexagonalen Pyramide bestehen.« Der Ref.

hat*). Die einaxigen Platten zeigen bei der Drehung bei gekreuzten Nicols ein Sichauflösen des schwarzen Kreuzes oder eine Theilung in sechs zweiaxige Felder, von denen die abwechselnden gleich aber von denjenigen der anderen abweichend grosse Axenwinkel besitzen, welche durch Zusatz von Na_2CrO_4 blos in drei alternirenden Feldern eine gleichzeitige Abnahme erleiden. Trotz der eine genauere Beobachtung nicht zulassenden Trübung und Zwillingsbildung der Krystalle, glaubt Verf. bemerkt zu haben, dass ein Gehalt an Na_2CrO_4 unter 10% die optischen Verhältnisse des Kaliumsalzes nicht beeinflusst und dass das Natriumsalz blos in beschränkter Menge mit dem Kaliumsalze Mischungen eingehen kann, indem es keine solche giebt, welche mehr als 25% Na_2CrO_4 enthielten. Seine optische Wirkung ist eine sehr energische: mit 12,5% Na_2CrO_4**) besitzt die Mischung $2H = 34^0—20^0$, während bei etwas über 20% desselben Salzes $2H = 2—3^0$, die Krystalle also nahezu einaxig sind***). Bemerkenswerth ist ferner, dass die der dritten Gruppe des Verf.'s angehörenden Salze sich nicht in beliebigen Verhältnissen zu Mischungen vereinigen, sondern ungeachtet der Veränderung ihrer Proportionen in der Lösung und unabhängig von der Entstehungstemperatur Verbindungen eingehen, welche auf 5 Moleküle des Kaliumsalzes 2,3; 1,6; 1,5; 1,4; 1 Molekül des Natriumsalzes enthalten.

In dem zweiten Aufsatze will Herr Wyrouboff den Beweis führen, dass das Mitscherlich'sche Gesetz auf Grund neuer Erfahrungen zu modificiren sei, indem die isomorphen Körper, d. h. solche, welche Mischkrystalle liefern, in drei Beziehungen, der chemischen, geometrischen und physikalischen, Aehnlichkeiten zeigen können. Ferner wirft Verf. die Frage auf, ob die sogenannten isomorphen Körper in unbeschränktem Maasse zusammen krystallisiren können, oder ob diese Eigenschaft für jeden speciellen Fall blos in ganz bestimmten Grenzen ihre Gültigkeit bewahrt†). Zu dieser letzteren Ansicht sich neigend, meint Verfasser, dass die isomorphen Körper vorläufig zu definiren wären als solche, die bei ähnlichen Formen nach nicht den Atomgewichtszahlen entsprechenden Proportionen Mischungen einzugehen vermögen. Ausser den Mischungen der Kali- und Natronfeldspathe erwähnt Verf. als Körper, welche, trotz der verschiedenen Grade der Symmetrie, denen sie angehören, fähig sind Mischungen zu liefern, das Kaliumbichromat (asymmetrisch) und das Ammoniumbichromat (monosymmetrisch). Mit 18,7% des zweiten Salzes gemischt, bewahrt das Kaliumsalz die ihm auch im reinen Zustande zukommende Form; bei höherem Gehalte an Ammoniumbichromat wird die Krystallisation der Mischung eine verworrene, bis endlich durch das Vorherrschen des Ammoniumsalzes die monosymmetrische Form zum Vorschein kommt. — Die in vorliegender Arbeit angeführten neuen Beobachtungen beziehen sich auf folgende Salze: K_2CrO_4,

*) Also hexagonale resp. rhomboëdrische, aber zweiaxige Formen — oder einaxige Gestalten, welche deutlich aus rhombischen Zwillingen bestehen!! .. Sollen es Uebergänge zwischen zwei Krystallsystemen sein? Oder bezieht sich die Einaxigkeit blos auf rothes Licht, welches Verf. bei allen diesen Beobachtungen anwandte »um die Dispersion, welche das Problem compliciren könnte, zu eliminiren« (Anm. S. 95)?

**) Im Original wohl irrthümlich als Na_2SO_4 aufgeführt. Der Ref.

***) Ob Mischkrystalle mit 20—25% Na_2CrO_4 in der That einaxig werden, oder ob sie auch dann »sensiblement uniaxes« bleiben, wird nicht erwähnt. Der Ref.

†) Derartige Grenzen erblickt Verf. in der Substitution von K durch Na und umgekehrt im Orthoklas, resp. Albit, die monosymmetrische Form in die asymmetrische umwandelnd und umgekehrt. — Diese Grenzen scheinen jedoch überschritten werden zu können, z. B. beim Mikroklin. Der Ref.

$(NH_4)_2 Cr O_4$, $Na(NH_4) Cr O_4 + 2$ aq, $Na_2 Cr O_4 + 2$ aq. Das Kaliumchromat krystallisirt nur schwer in Mischungen mit dem entsprechenden Ammoniumsalze und die Veränderung, welche 11—13% dieses letzteren auf die Form des ersteren ausüben, ist gleich Null. Dagegen um so bedeutender ist sie auf dessen optische Eigenschaften. Beim Kaliumsalze beträgt nämlich $2 H_a$ für Roth 60°, während es bei der Mischung 71° erreicht. Die beiden Salze, für sich krystallisirt, zeigen auf einander nicht zurückführbare Formen, denn $(NH_4)_2 Cr O_4$ ist nicht mit $(NH_4)_2 S O_4$, sondern mit $Na_2 S O_4$ isomorph. Es kann durch Zusatz von Ammoniak im Ueberschuss zu einer conc. Lösung von $(NH_4)_2 Cr_2 O_7$ in ziemlich grossen Krystallen erhalten werden, welche sich auf das Axenverhältniss des Natriumsulfates zurückführen lassen, wiewohl sie ihrer Ausbildung nach von diesem abweichen. Es ist:

für $(NH_4)_2 Cr O_4$ $a : b : c = 0,4691 : 1 : 0,7405$
- $Na_2 S O_4$ $= 0,4734 : 1 : 0,8005$

	$(NH_4)_2 Cr O_4$ Berechnet:	Gemessen:	$Na_2 S O_4$ (Mitscherlich):
110.1$\bar{1}$0	—	*50° 15′	50° 40′
—.113	—	*60 40	58 4
113.1$\bar{1}$3	24° 0′	24 10	26 10
—.$\bar{1}$13	52 40	53 20	57 8

Häufig Zwillinge nach (110). Optische Axenebene = (001), erste Mittellinie negativ, normal zu (100). $2 E$ roth = 122° 58′; der stumpfe Winkel, selbst in Oel, nicht sichtbar. Die Mischungen mit dem Kaliumsalze (meist Zwillinge) liefern ungenaue Messungen. Eine einfache Platte des Salzes von der Zusammensetzung $K(NH_4) Cr O_4$ gab $2 E$ roth = 62° 42′. — Alle Versuche Mischungen des Ammonium- und Natriumchromates zu erhalten, scheiterten, und es entstand das Doppelsalz mit $2 H_2 O$, welches dem entsprechenden Sulfat isomorph ist. Es zeigt aber auch eine grosse Analogie der Form mit dem wasserfreien Natriumsulfat und Ammoniumchromat, indem $a : b : c = 0,4780 : 1 : 0,8046$, während das Doppelsulfat das Axenverhältniss $0,4859 : 1 : 0,7915$ erhalten würde, wenn die von Mitscherlich zur primären Pyramide gewählte, beim Doppelchromat nie beobachtete Form das Zeichen (225) erhält:

	$Na(NH_4) Cr O_4 + 2$ aq Berechnet:	Gemessen:	$Na_2 S O_4$
(110).(1$\bar{1}$0)	—	*51° 6′	50° 40′
445 . 4$\bar{4}$5	42° 0′	42 16	41 40
— . $\bar{4}$45	97 6	—	97 26
045 . 0$\bar{4}$5	65 32	65 42	65 16
405 . 001	—	*53 24	53 32

Spaltbarkeit unvollkommen nach (110), wie beim Doppelsulfat; optische Axenebene = (100) — beim Doppelsulfat = (001); erste Mittellinie negativ und normal zu (010):

$2 H_a$ roth = 93° 15′ $2 H_o$ roth = 108° 0′ $2 V$ roth = 83° 52′
grün = 80 15 grün = 129 30 grün = 70 56

In diese Reihe gehört endlich noch die Verbindung $Na_2 Cr O_4 + 2$ aq (das wasserfreie Salz ist bisher nicht erhalten worden), welche durch Verdunstung der Lösung bei 35°—40° in rhombischen Pyramiden krystallisirt. Die Winkel sind:

beim $Na_2 Cr O_4 + 2$ aq 111.$\bar{1}$11 = 42° 0′ 111.11$\bar{1}$ = 55° 30′
$Na_2 S O_4$ = 44 19 = 56 17

Spaltbarkeit in beiden Fällen vollkommen nach (010); optische Axenebene ebenfalls = (001); erste Mittellinie negativ und normal zu (010). $2H_a$ roth = 39° 10'; $2H_0$ unsichtbar. —

Der Verfasser zieht nun aus seinen Beobachtungen folgende Schlüsse: 1) Die analoge chemische Zusammensetzung bedingt nicht nothwendig eine geometrische Isomorphie, welche 2) bestehen kann zwischen Körpern, die chemisch nicht analog zusammengesetzt sind, wie z. B. einfache und Doppelsalze, wasserfreie und wasserhaltige Verbindungen. 3) Die Lage der optischen Axenebene kann bei einer und derselben Reihe angehörenden Körpern eine gleiche oder verschiedene sein*).

Von den Fällen absehend, bei denen Substanzen mit auf einander nicht zurückführbaren Krystallformen in einem Mischkrystalle sich vereinigen, führt Herr H. Dufet aus, dass bei analoger Form zwischen einer Isomorphie, welche gleichzeitig geometrisch und optisch und einer solchen, die blos geometrisch ist, kein Unterschied gemacht werden darf: zwei Körper sind eben isomorph, wenn sie nahezu gleiche Formen besitzen und in variablen Mengen sich mischen können. Auf diese Eigenschaft hin wurde ja auch häufig die Analogie der chemischen Zusammensetzung festgestellt. Der Fall einer Vereinigung von zwei chemisch nicht analogen Verbindungen in einem Krystall würde zu den unbeständigen Associationen (oder zu den molekularen Verbindungen mit constanter Zusammensetzung — der Ref.) gehören, also hier nicht in Betracht kommen. Eine optische Isomorphie ist ohne geometrische Uebereinstimmung nicht annehmbar — ähnliche Brechungsexponenten bei einem tetragonalen und einem hexagonalen Krystalle würden als eine zufällige Erscheinung betrachtet werden müssen, um so mehr, da bei isomorphen Körpern die Brechungsexponenten nicht gleich sind, sondern Differenzen zeigen, wie diejenigen, welche zwischen den drei Brechungsexponenten eines und desselben zweiaxigen Krystalls bestehen. Daher ist eine Aenderung der Lage der Axenebene (sogar eine zweimalige, wie Herr Wyrouboff es für die Mischungen von K_2SO_4 und $(NH_4)_2SO_4$ zeigte) denkbar, ohne dass die Differenzen der Brechungsindices grösser als bei Krystallen, die ihre Axenebene unverändert behalten, zu sein brauchen. Da an einem concreten Falle (vergl. diese Zeitschr. **3**, 431 und 662) gezeigt wurde, dass die Differenzen zwischen den Brechungsexponenten einer Mischung und denjenigen der componirenden Substanzen umgekehrt proportional sind der Anzahl Aequivalente der die Mischung zusammensetzenden reinen Substanzen, so kann diese Aenderung durch eine Gerade ausgedrückt werden. Zwei Geraden können nun einander parallel verlaufen (— keine Veränderung der Lage der Axenebene z. B. $ZnSO_4 + 7$ aq und $MgSO_4 + 7$ aq) oder sich einmal schneiden (die beiden Seignette-

*) Die unter 1) formulirte Thatsache ist nicht neu, sondern vielfach, besonders bei organischen Verbindungen beobachtet und auf Polymorphie zurückzuführen. Wollte man ferner die unter 2) angeführten Beziehungen als isomorphe bezeichnen, so würde auch die letzte derartige Körper charakterisirende Eigenschaft, welche auch von Herrn Wyrouboff selbst, wenn auch nur »vorläufig« angenommen wird, d. h. die Fähigkeit Mischkrystalle zu liefern, wegfallen (indem Mischungen von wasserfreien und wasserhaltigen Verbindungen wohl nicht gut denkbar, vor Allem aber noch nicht constatirt worden sind), und die Isomorphie überhaupt aufhören ein Begriff zu sein. Diese Beziehungen passen vielmehr in die Kategorie der morphotropischen Erscheinungen. Endlich ist die im letzten Punkte ausgedrückte Thatsache ebenfalls bekannt gewesen. Aber ebensowenig wie zwischen der Lage der optischen Axenebene und der chemischen Zusammensetzung, ist, wie Herr Cornu richtig bemerkt, kaum zu erwarten, eine Beziehung zwischen dem Axenwinkel in Luft und den Proportionen der Salze in Mischungen zu finden. Der Ref.

salze z. B.), und es entsteht bei einem bestimmten Mischungsverhältnisse der Fall einer einaxigen Substanz (successive für je eine Farbe. Der Ref.), oder es wird eine Gerade zwei andere schneiden (K_2SO_4 und $(NH_4)_2SO_4$), oder endlich könnten sich drei Geraden in drei Punkten schneiden (noch nicht beobachtet). Bei allen diesen Fällen bleiben aber die Differenzen zwischen den Brechungsexponenten in denselben Grenzen — höchstens die zweite Decimale beeinflussend — ob die Axenebene constant dieselbe Lage bewahrt oder sie verändert.

Herr Jannettaz erinnert an die von ihm erhaltenen Resultate, dass geometrisch isomorphe Körper, welche sich durch gleiche Spaltbarkeit auszeichnen, wie z. B. die Pyroxene oder die Amphibole, eine Analogie in ihrem thermischen Verhalten zeigen, dass aber bei verschiedener Spaltbarkeit keine Analogie sich zeigt. So ist beim Baryt und Cölestin das Wärmeleitungsminimum zwar normal zur Hauptspaltungsebene (001), die beiden anderen thermischen Axen dagegen sind mit einander vertauscht (das Maximum ist beim Baryt die Brachydiagonale, beim Cölestin die Makrodiagonale). In den rhomboëdrischen Carbonaten ferner, von denen beim Kalkspath das Maximum der Wärmeleitung mit der Hauptaxe zusammenfällt, während es bei den anderen in der zu dieser Richtung normalen Ebene liegt, sind die Mischungen des Calciumcarbonates mit den übrigen keine Zwischenglieder in thermischer Beziehung. So ist beim Dolomit das thermische Leitungsmaximum normal zur Hauptaxe, wie beim reinen Magnesiumcarbonat, und bezüglich seines Werthes nicht wesentlich von demjenigen dieses Salzes verschieden.

Ref.: A. Arzruni.

42. A. Des Cloizeaux (in Paris): **Künstlicher Laurit** (Laurite artificielle. Ebenda **2,** 185, Novembre 1879). Die Herren H. Sainte-Claire Deville und H. Debray (Compt. rend. **89,** 587, Octobre 1879) stellten diese Verbindung dar, indem sie ein Gemenge von 1 Theil Ruthenium, 10 Theilen Schwefeleisen (Eisenkies) und 1 Theil Borax bis zur Rothgluth erhitzten und das Schwefeleisen, in welchem der Laurit eingeschlossen ist, vermittelst Salzsäure entfernten. Es wurden Oktaëder, rechteckige Platten und glänzende Würfel von 1—2 mm Länge erhalten. Die Farbe des Kunstproductes ist ident mit derjenigen des natürlichen Minerals (bläulich); wie dieses, ist es in sämmtlichen Säuren und Königswasser unlöslich. Die Analyse stimmt mit der Formel RuS_2:

	Gefunden:		Theorie:
Ru	= 63,0	61,9	61,9
S	= 37,0	38,1	38,1

Bei noch höherer Temperatur entstehen kleine Würfel von Ruthenium, welche als Verunreinigung bis 1% Eisen enthalten. Wird Platin auf dieselbe Weise behandelt, so liefert es nadelförmige Kryställchen einer in Königswasser vollkommen unlöslichen Verbindung PtS, welche in der Natur bisher noch nicht angetroffen worden ist. — Ausserdem stellten die beiden Herren eine krystallisirte Legirung von Platin und Eisen dar, welche 11% des letzteren Metalls enthält und nicht magnetisch ist, so dass sie den in Nižnij-Tagil vorkommenden Platinerzen nahe kommt.

Ref.: A. Arzruni.

43. F. Gonnard (in Lyon): **Künstlicher Bleiglanz** (Galène artificielle. Ebenda **2,** 186, Novembre 1879). In einem zurückgesetzten Topfe der Krystall-

glasfabrik zu Lyon wurden an den Wänden Krystalle von Bleiglanz aufgefunden, welche durch die Schärfe ihrer Kanten, Glätte ihrer Flächen (Hexaëder) und die dem natürlichen Minerale entsprechende Spaltbarkeit sich auszeichnen. Sie erreichen in ihren Kanten die Grösse von 6—7 mm und sind die Zwischenräume zwischen ihnen mit Kupferkies ausgefüllt.

Ref.: A. Arzruni.

44. **A. de Lapparent** (in Paris): **Apatit und Turmalin vom Néthou** (Echantillon d'apatite avec tourmaline du Néthou. Ebenda **2**, 187, Novembre 1879). Das Zusammenvorkommen der beiden Mineralien, welches bereits aus Cornwall bekannt und auch in den Pyrenäen bei Vicdessos constatirt worden ist und endlich auch unter dem Mikroskope beobachtet wurde (in den turmalinführenden Granuliten nach Michel Lévy), hat Verf. in einem angeblich vom Néthou beim Pic Fourcanade herstammenden Stücke gefunden. In einem stängeligen Turmalin sind 6—7 mm grosse grünlichweisse schön ausgebildete Apatitkrystalle eingebettet, was auf eine gleichzeitige Entstehung der beiden Mineralien schliessen lässt.

Ref.: A. Arzruni.

45. **J. Thoulet** (in Paris): **Bestimmung des specifischen Gewichts kleiner Mineralfragmente** (Note sur un nouveau procédé pour prendre la densité de minéraux en fragments très-petits. Ebenda **2**, 189, Novembre 1879). Aus Wachs wird ein korngrosser Schwimmer von spec. Gewicht 1—2 hergestellt, indem in das Wachs irgend ein fester Körper hineinvertieft wird. Auf diesen Schwimmer werden nun Bruchstücke von Mineralien, wie sie aus den Felsarten herauspräparirt werden, aufgeklebt. Der Schwimmer wird in eine Auflösung von Jodquecksilber in Jodkalium gebracht, deren spec. Gewicht durch Zusatz von Wasser gleich demjenigen des Schwimmers mit der Substanz (d. h. bis derselbe in allen Niveaus im Gleichgewichte bleibt), darauf gleich dem Schwimmer allein gemacht wird. Wenn P, V, D das Gewicht, das Volumen und die Dichte des leeren Schwimmers, p, v, d die entsprechenden Werthe für die Substanz allein sind, endlich Δ das spec. Gewicht der Flüssigkeit, in welcher Schwimmer mit Substanz im Gleichgewicht ist, so hat man:

$$\Delta = \frac{P + p}{V + p/d} \quad \text{oder} \quad d = \frac{p\Delta}{P + p - \Delta V}$$

Ref.: A. Arzruni.

46. **Ed. Jannettaz** (in Paris): **Optische Erscheinungen in comprimirten Alaunen** (Note sur les phenomènes optiques de l'alun comprimé. Ebenda **2**, 191, Novembre 1879). Der Kaliumalaun bildet häufiger als andere Alaune vollkommen isotrope Krystalle, während der Ammoniumalaun fast stets doppelbrechend ist. Um die Wirkung des Druckes zu prüfen, brachte Verf. in ein leeres Selterswasser-Syphon feingepulverten Kaliumalaun und liess darauf die Flasche mit Kohlensäure-haltigem Wasser füllen. Nach Auflösen des Salzes an der Sonne wurde die Flasche an einen kühlen Ort gebracht, wo sich bald Kryställchen ausschieden, welche unter dem Drucke der Kohlensäure eine Doppelbrechung erlangt hatten, ohne jedoch Kohlensäure eingeschlossen zu enthalten oder sich von dem gewöhnlichen Alaun sei es chemisch oder geometrisch zu unterscheiden.

Ref.: A. Arzruni.

47. Maurice Chaper (in Paris): **Ueber die Diamantgruben von Süd-Africa** (Sur les mines de diamant de l'Afrique australe. Ebenda **2,** 195, Novembre 1879).

C. Friedel (in Paris): **Ueber die in Süd-Africa mit den Diamanten zusammen vorkommenden Mineralien** (Sur les minéraux associés au diamant dans l'Afrique australe. — Ebenda **2,** 197, Novembre 1879).

Ed. Jannettaz (in Paris): **Bemerkungen über die Mittheilung des Herrn Chaper** (Observations sur la communication de M. Chaper. — Ebenda **2,** 200, Novembre 1879).

F. Fouqué und A. Michel Lévy (in Paris): **Vorkommen von Diamanten in einem ophitischen Gestein von Süd-Africa** (Sur la présence du diamant dans une roche ophitique de l'Afrique australe. — Ebenda **2,** 216, Compt. rend. **89,** 1125, Decembre 1879).

Die Diamanten, welche fast stets von einer kohligen Substanz umhüllt sind, finden sich in einem serpentinähnlichen fettig anzufühlenden Gestein eingelagert, in welchem manchmal das serpentinähnliche Bindemittel durch ein zeolithisches ersetzt ist. Das ursprüngliche von den Herren Fouqué und Michel Lévy für eruptiv angesehene, »Ironstone« genannte grüne Gestein besteht aus asymmetrischem Feldspath (bald Labrador, bald Oligoklas, bald Anorthit) und Augit (auch Diallag). Als secundäre Bestandtheile, spätere Bildungen, treten auf: Quarz, Chlorit, Serpentin, Opal, Chalcedon, Strahlstein, Epidot, Calcit und in einem Falle ist auch ein Diamant gefunden worden, welcher im Opal eingeschlossen war und gekrümmte Oktaëderflächen mit kleinen Hexaëderabstumpfungen zeigte. Die Kryställchen sind wie Spinelle polysynthetisch gruppirt. Das Gestein steht den Ophiten der Pyrenäen sehr nahe. Sowohl die sedimentären wie die krystallinen Gesteinsbruchstücke des Conglomerates besitzen oft einen Ueberzug von bläulicher, violetter oder rosenrother Farbe (nach Friedel vielleicht Vivianit). Die klastischen Massen sollen von Schlammvulcanen ausgeworfen worden sein, und zwar zu verschiedenen Zeiten, was deutliche Schichtengrenzen, welche sowohl Rutsch- wie Stromflächen sind, verrathen.

Die durch die Zersetzung des Conglomerats entstandenen Sande enthalten folgende Mineralien: Titaneisen (sowohl magnetisches — Iserin, wie nicht magnetisches — Ilmenit), rothen, vollkommen isotropen Granat, grünen kalkreichen Pyroxen, mit den Winkeln $(110)(1\bar{1}0) = 93^0$, $(110)(001) = 79^0\ 12'$; einen eisenreichen Enstatit von flaschengrüner Farbe, mit deutlicher Spaltbarkeit von 92—93^0, sowie merklichen Spaltbarkeitsrichtungen nach (100) und (010). Seine Zusammensetzung ist:

SiO_2	= 57,34
FeO	= 7,17
Al_2O_3	= 3,91
MgO	= 30,19
CaO	= 0,49
Glühverlust	= 0,44
	99,54

Ferner kommen noch vor: ein brauner Glimmer mit sehr kleinem Axenwinkel, Eisenkies in kleinen Hexaëdern, Quarz, Calcit, Zirkon, welcher gelblichgrau ist und nach (110) und (112) mit den Winkelwerthen $(110)(112) = 47^0\ 44'$ und $(112)(1\bar{1}2) = 84^0\ 12'$ spaltet. In geringer Menge tritt ein Amphibol (mit $(110)(1\bar{1}0) = 56^0\ 10'$) auf und Vaalit, welcher sehr trübe ist und daher für eine optische Untersuchung nicht geeignet. Vor dem

Löthrohre wird er braun und blättert sich wie der Jefferisit auf. — Die Spalten des Conglomerates, sowie die Mineralien sind manchmal mit einer dünnen Schicht Hyalit überzogen. — Herr Jannettaz untersuchte den schön grün gefärbten Chrompyroxen in thermischer Beziehung und erhielt dieselbe Leitungscurve, wie für andere Pyroxene: das Maximum ist normal zu (001), nach welcher Fläche auch eine leichte Spaltbarkeit, wahrscheinlich eine von dem Bau des Krystalles abhängige Absonderung bemerkbar ist. Einen Diamanten sah Verf. in der Pariser Ausstellung, in Gyps eingebettet, welcher sich durch die Einwirkung von Eisenkies auf Kalkspath gebildet haben mag.

Ref.: A. Arzruni.

48. E. Cumenge (in Paris): **Ein neues Mineral vom Districte Guejar, Sierra Nevada** (Note sur une nouvelle espèce minerale, decouverte dans le district de Guejar, Sierra-Nevada, Andalousie. Bull. soc. min. de France **2**, 201, Novembre 1879).

C. Friedel (in Paris): **Krystallform des Guejarit** (Sur la forme crystalline de la Guejarite. — Ebenda **2**, 203, Novembre 1879).

Der Hauptkupfererzgang des Schachtes Solana de Martin, am Fusse des Muley-Hacen, der schönes, 2% Silber enthaltendes Fahlerz führt, wird von einem Eisenspathgange durchkreuzt, in welchem ein neues Mineral angetroffen worden ist. Es sind 20 mm lange und 7 mm breite rhombische Krystalle von stahlgrauer Farbe mit einem Stich ins Bläuliche. Das spec. Gewicht ist 5,03, die Härte = 3,5. Die an den Krystallen beobachteten Formen sind (010) vorherrschend; in der Zone [001]: (110), (210), (230) und (320), von denen die beiden letzteren nicht mit so glänzenden Flächen wie die übrigen; ferner als zweifelhaft noch (410) und (310); in der Zone [100]: (001), (011), (013) und vielleicht noch (032); endlich zwei Pyramiden mit grösseren Makroaxen. Die Winkelwerthe sind folgende:

$$110.1\bar{1}0 = 78^0\ 51'$$
$$010.210 = 67\ \ 39$$
$$—.320 = 62\ \ 50$$
$$—.230 = 39\ \ 58$$
$$—.011 = 51\ \ 54$$
$$—.013 = 75\ \ 23$$

Das Axenverhältniss wäre $a : b : c = 0,8220 : 1 : 0,7841$. Spaltbarkeit nach (010) ziemlich vollkommen. Der Prismenwinkel stimmt nahe mit demjenigen des Wolfsbergit ($= 79^0\ 0'$) überein. Die chemische Zusammensetzung des Guejarit ist:

S =	25,0
Sb =	58,5
Cu =	15,5
Fe =	0,5
Pb =	Spuren
	99,5

und führt zu der Formel $2\,Sb_2S_3 + Cu_2S$, da die kleine Menge Eisen eingemengten Kupferkieskryställchen zugeschrieben werden muss. — Der Guejarit steht auch in chemischer Beziehung am nächsten dem Wolfsbergit (Kupferantimonglanz), dessen Formel $Sb_2S_3 + Cu_2S$ ist, der aber nie so schöne Krystalle zeigt, so dass

auf den ersten Blick eine Verwechselung des Guejarit blos mit Antimonglanz möglich wäre.

Ref.: A. Arzruni.

49. Arcangelo Scacchi (in Neapel): **Ueber die gelben Krusten der Vesuvlava vom Jahre 1631** (Ricerche chimiche sulle incrostazioni gialle della lava vesuviana del 1631. Memoria prima. Atti della R. Accad. delle Sc. Fis. e Mat. Adunanza del 13. Dicembre 1879, Napoli). Auf Grund zahlreicher chemischer Reactionen, welche Verf. an den äusserst dünnen gelben Krusten der Vesuvlava von 1631 angestellt hat, vermuthet er in denselben ein neues Element, welchem, falls die Beobachtungen sich bestätigen sollten, er den Namen Vesbium (alte, von Galen erwähnte Bezeichnung des Vesuvs) und für die Krusten selbst den Namen Vesbin in Vorschlag bringt. Das Vesbium soll eine Säure bilden, welche lösliche Alkalisalze und unlösliche Salze mit den übrigen Metalloxyden liefert. Das Atomgewicht des Vesbiums würde aus dem Silbersalz, welches $Ag_2O = 52,42\%$ enthält, entweder 162,58, oder 130,58 sein, je nachdem ob das Salz der Formel Ag_2VbO_4 (wie ein Molybdat) entspricht oder (wie ein Metavanadinat) mit der Formel $AgVbO_3$ ausgedrückt werden soll.

Ref.: A. Arzruni.

50. L. Foucault † (in Paris): **Neuer Kalkspathpolarisator** (Nouveau polariseur en spath d'Islande. Ann. chim. phys. 5. Sér. **16**, 429, 1879. Extr. du recueil des trav. scient. de L. F.).

Die vorliegende Reproduction der zuerst in den Compt. rend. 1857, **45**, 238, veröffentlichten Beschreibung des Foucault'schen Kalkspathprismas*) berichtigt einen Irrthum in den Winkelangaben, nach einem Manuscript aus dem Nachlasse Foucault's. Das Prisma wird hergestellt aus einem Kalkspathspaltungsrhomboëder, bei dem die Kanten, welche Längskanten des Prismas werden sollen, $^5/_4$ Mal so lang sind als die Basiskanten. Senkrecht zum Hauptschnitt der Basisflächen wird ein Schnitt geführt, der durch die stumpfen Winkel des Hauptschnittes geht und unter $54\overset{\circ}{,}5$**) zu den Basisflächen geneigt ist. Nachdem die Schnittflächen polirt worden sind, werden die beiden Stücke in ihre ursprüngliche gegenseitige Lage gebracht, so jedoch, dass ein kleiner von Luft erfüllter Raum zwischen ihnen bleibt. An der Luftschicht wird bei gehörigem Einfallswinkel der ordentliche Strahl total reflectirt. Da der Brechungsindex der Luft bedeutend kleiner ist als die Brechungsindices der beiden Strahlen im Kalkspath, so findet vollständige Polarisation nur in einem Gesichtsfelde von circa 8^0 statt. Das Prisma kann daher nicht immer als Analysator, wohl aber an Stelle des Nicolschen Prismas als Polarisator mit Vortheil benutzt werden. Dasselbe ist in einer Beziehung sogar dem Nicolschen Prisma vorzuziehen: da der ordentliche Strahl an der Luftschicht in einer zur Schnittlinie der Seitenflächen des Prismas normalen Richtung total reflectirt wird, so wird derselbe nicht von Neuem an den Seitenflächen gespiegelt und kann daher auch nicht zur Basis heraustreten um sich, wie beim Nicol, mit dem ausserordentlichen Strahle zu vermengen. Ist das Kalkspathmaterial eines Foucault'schen Polarisators sehr rein und frei von Zwil-

*) Vergl. Instit. 1857, 265; Procès-verbaux de la Soc. phil. 1857, 104; Pogg. Ann. **102**, 642; Phil. Mag. 4. Ser. **14**, 552.

**) Statt 59^0, wie an den angeführten Stellen gedruckt ist.

lingslamellen, so findet eine vollständige Auslöschung aller Lichtstrahlen des ganzen Gesichtsfeldes durch einen Analysator statt. Ein Foucault'sches Prisma liefert also Licht, welches vollständiger polarisirt ist als das durch einen Nicol gegangene, und doch bedarf man zu seiner Herstellung nur $^2/_3$ der Kalkspathmasse, die zur Construction eines Nicols erforderlich ist*).

Ref.: Th. Liebisch.

51. G. vom Rath (in Bonn): **Mineralogische Notizen** (Sitzungsber. der Niederrhein. Ges. f. Natur- und Heilk., Bonn 1878 und 1879).

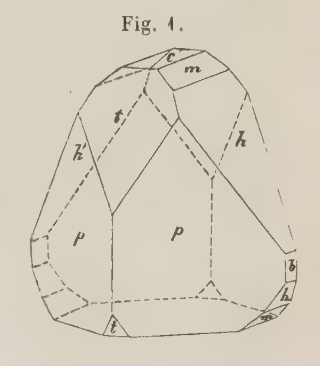
1) (Sitz. v. 7. Jan. 1878) Von dem Numeait (= Garnierit) der Boa Kaine Grube auf Neu-Caledonien theilt Herr Ulrich folgende, in Melbourne ausgeführte Analyse eines besonders reinen und frischen Materials mit:

SiO^2	35,45
Al^2O^3 und Fe^2O^3	0,50
NiO	45,15
MgO.	2,47
H^2O (Verlust bei 212°)	4,05
H^2O (Verlust bei Rothgluth)	11,50
	99,12

Der Formel $2\,NiSiO^3 + 3\,H^2O$ würde entsprechen 37,27 SiO^2, 45,96 NiO, 16,77 H^2O (vergl. übrigens diese Zeitschr. **3**, 636).

2) (Ebenda) Struvit aus den Skiptonhöhlen bei Ballarat (Victoria). Nach Herrn Ulrich's Mittheilung befinden sich diese Höhlen im Basalt und sind an ihrem Boden mit einer 15—20′ mächtigen Guanoschicht bedeckt, in welcher sich sehr zahlreich die Krystalle des Struvit und solche von Gyps vorfinden. Die ersteren sind lichtgelb, glänzend, 4—8 mm gross, theils nach der Brachydiagonale, theils nach der Verticalaxe vorherrschend ausgedehnt, und zeigen folgende Formen (siehe Fig. 1): $p = (120)\infty\breve{P}2$, $t = (101)\bar{P}\infty$, $m = (011)\breve{P}\infty$, $h = (021)2\breve{P}\infty$, $b = (010)\infty\breve{P}\infty$, $c = (001)oP$. Die Basis c ist oben klein und sehr glänzend, unten gross, zuweilen allein ausgebildet und ziemlich matt. Im Uebrigen sind oben und unten dieselben Formen, nur in verschiedener Ausdehnung, vorhanden. Die Flächen sind zuweilen recht glänzend und eben. Der Verf. fand:

Fig. 1.



$$p : p = (120)(1\bar{2}0) = 97^0\ 15'$$
$$h : c = (021)(001) \quad 61\ \ 20$$
$$(0\bar{2}1)(001) \quad 61\ \ 19$$
$$a : b : c = 0,5670 : 1 : 0,9145$$

d. i. nahe übereinstimmend mit den aus Messungen der Hamburger Krystalle abgeleiteten Werthen Sadebeck's (s. diese Zeitschr. **2**, 319).

Die Analyse der Krystalle führte Hr. Mac Ivor aus und fand: P^2O^5 28,45,

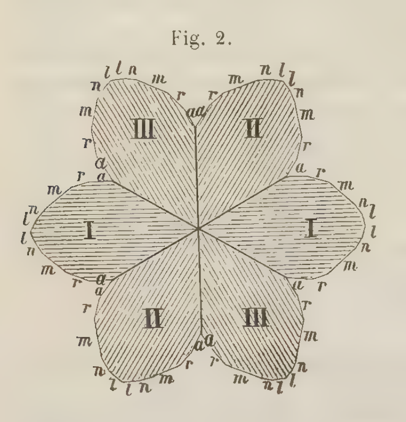
---

*) Auch diese Reproduction der Foucault'schen Beschreibung enthält einen Druckfehler. S. 430, Z. 5 von oben lies 68 an Stelle von 88. Der Ref.

MgO 16,27, $(NH^4)^2O$ 10,74, H^2O 44,28 (S. 99,74), d. i. nahe übereinstimmend mit den der Formel entsprechenden Mischung (s. Sitz. v. 13. Jan. 1879).

3) Enargit und Famatinit (Sitz. v. 4. Nov. 1878). Der Verf. erhielt von Herrn Stelzner die genannten, aus der Sierra Famatina, Prov. la Rioja, argentinische Republik, stammenden Mineralien. Eine Stufe stellte ein Gemenge von Eisenkies und Enargit dar, letzteren in zierlichen Zwillingen und Drillingen von 2 mm Durchmesser, Combinationen mehrerer gestreifter Prismen mit der glänzenden Basis, welche eine sehr feine makrodiagonale Streifung zeigt. Die Durchkreuzungsdrillinge (Figur 2) gleichen vollkommen denen des Chrysoberyll. Betrachtet man die Verwachsungsfläche der Krystalle zugleich als ihre Zwillingsebene, so entspricht dieselbe dem nicht auftretenden Prisma $(320)\infty\bar{P}\frac{3}{2}$, dessen Winkel aus $m:m = (110)(1\bar{1}0) = 82^0\ 7'$ sich zu $60^0\ 17'$ ergeben würde. Ausser $m = (110)\ \infty P$ wurden noch beobachtet: $n = (120)\ \infty\breve{P}2$, $l = (130)\infty\breve{P}3$, $r = (310)\infty\bar{P}3$. Die Verwachsung kann jedoch auch als eine solche nach $n = (120)\infty\breve{P}2$ betrachtet werden, welches Prisma seitlich den Winkel $59^0\ 43'$ besitzt, alsdann würde die Verwachsungsfläche senkrecht zur Zwillingsebene stehen. Beiderlei Auffassungen des Zwillingsgesetzes ergeben so wenig verschiedene Werthe für den einspringenden Winkel der Flächen m, dass bei der Streifung der prismatischen Formen eine Entscheidung durch Messung nicht möglich ist.

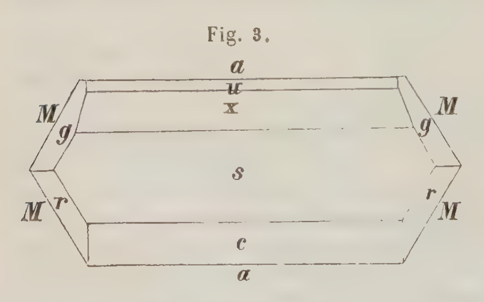
Fig. 2.



Der kupferrothe, mit dem Enargit gemengte Famatinit zeigte eine Druse sehr kleiner Kryställchen, deren Messung eine vollständige Uebereinstimmung der Winkel mit denen des Enargit ergab; Combination: $(110)\infty P$, $(130)\infty\breve{P}3$, $(100)\infty\bar{P}\infty$, $(001)oP$.

4) Linarit aus der argentinischen Republik (ebenda). Die Krystalle dieses Minerals wurden, ebenfalls durch Herrn Stelzner, von der Grube Ortiz in der Sierra de las Capillitas, Provinz Catamarca, mitgebracht. Sie sind verlängert nach der Symmetrieaxe, zum Theil tafelförmig nach s oder c, und zeigen folgende Formen (s. Fig. 3): $M = (110)\infty P$, $y = (101) -P\infty$, $x = (\bar{3}02)\frac{3}{2}P\infty$, $u = (\bar{2}01)2P\infty$, $s = (\bar{1}01)P\infty$, $c = (001)oP$, $g = (\bar{2}11)2P2$, $r = (011)P\infty$, $a = (100)\infty P\infty$; ausserdem unsicher (wegen Krümmung der Flächen) z Hessenberg's $= (817)\frac{8}{7}P8$. Nicht selten sind Zwillinge nach a, der Fläche vollkommenster Spaltbarkeit, oft mit sehr ungleich grosser Entwicklung der beiden Krystalle.

Fig. 3.



5) Hannayit, ein neues Mineral (Sitz. v. 13. Jan. 1879). Dasselbe wurde von Herrn Mac Ivor (Melbourne) in dem Guano der Skiptonhöhlen, in Gemeinschaft des oben (s. vor. S.) beschriebenen Struvit, aufgefunden. Die (bereits in der Sitz. v. 7. Jan. 1878 beschriebenen) Krystalle sind 10—12 mm lang, 1—2 mm

dick, licht gelblich und zeigen die in Fig. 4 dargestellte Form, an der jedoch die Endflächen selten gut, und dann meist nur o oder c allein, ausgebildet sind.

Krystallsystem asymmetrisch.

Fig. 4.

$$a : b : c = 0,6990 : 1 : 0,9743$$

$$\alpha = 122^0\ 31' \quad \beta = 126^0\ 46' \quad \gamma = 54^0\ 10\tfrac{1}{2}'$$
$$A = 106\ \ 45\tfrac{1}{2} \quad B = 114\ \ 32 \quad C = 67\ \ 2$$

Beobachtete Formen: $a = (100)\infty\bar{P}\infty$, $n = (110)\infty P'$, $m = (1\bar{1}0)\infty{}'P$, $c = (001)oP$, $o = (\bar{1}\bar{3}3)\breve{P}{,}3$.

		Beobachtet:	Berechnet:
$a : n$	$= (100)(110) =$	$^*39^0\ 32'$	—
$m : n$	$= (1\bar{1}0)(110)$	$^*65\ \ 26$	—
$a : c$	$= (100)(001)$	$^*65\ \ 28$	—
$n : c$	$= (110)(001)$	$^*50\ \ 50$	—
$o : a$	$= (\bar{1}\bar{3}3)(100)$	$^*70\ \ 24$	—
$o : c$	$= (\bar{1}\bar{3}3)(001)$	—	$55^0\ 19'$
$o : m$	$= (\bar{1}\bar{3}3)(1\bar{1}0)$	$59\frac{1}{4}$ approx.	$60\ \ 35\frac{1}{2}$
$o : n$	$= (\bar{1}\bar{3}3)(110)$	—	$90\ \ 59$

Spaltbarkeit nach $(001)oP$, $(110)\infty P'$, $(1\bar{1}0)\infty{}'P$ und nach $(130)\infty\breve{P}'3$.

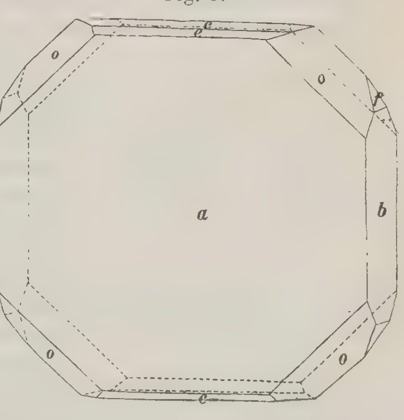
Spec. Gewicht 1,893.

Nach der Untersuchung des Herrn Mac Ivor zeigten die Krystalle, 36 Stunden einer Temperatur von 100^0 ausgesetzt, keine Veränderung; bei 110 bis 115^0 wurden sie undurchsichtig und verloren durch 12stündiges Erhitzen 21,08. Beim Glühen im Platintiegel entweicht schnell der Rest des Wassers und das Ammon; Gesammtverlust 36,48. Die Analysen ergaben:

P^2O^5	45,63	45,77
MgO	18,72	19,08
$(NH^4)^2O$	8,19	7,99
H^2O	28,12	28,29
	100,66	101,13

Die Magnesia enthielt ein wenig Fe. Die Formel: $Mg^3P^2O^8 + 2(NH^4)H^2PO^4 + 8H^2O$ erfordert: 44,38 P^2O^5, 18,75 MgO, 8,75 $(NH^4)^2O$, 5,61 Constitutions- und 22,51 Krystallwasser.


Fig. 5.



6) Newberyit, ein neues Mineral (ebenda). Ebenfalls im Guano der Skiptonhöhlen wurde von C. Newbery ein weiteres, ammoniakfreies Phosphat aufgefunden, welches bis 1 Quadratzoll grosse tafelförmige Krystalle von der Form beistehender Fig. 5 bildet.

Krystallsystem rhombisch.

$$a : b : c = 0,9435 : 1 : 0,9299$$

Beobachtete Formen: $a = (100)\infty\bar{P}\infty$, $b = (010)\infty\breve{P}\infty$, $c = (001)oP$, $o = (111)P$, $e = (102)\frac{1}{2}\bar{P}\infty$, f

$= (021) 2\breve{P}\infty$. b erschien stets als Spaltungsfläche; Herr Ulrich giebt auch ein verticales Prisma an.

		Beobachtet:	Berechnet:
$c : e$	$= (001)(102)$	$=$ *26° 14′	—
$b : f$	$= (010)(021)$	*28 16	—
$o : o$	$= (111)(\bar{1}11)$	71 16—34′	71° 38½′
$o : c$	$= (111)(001)$	53 circa	53 34
$e : o$	$= (102)(111)$	37 16	37 41
$f : o$	$= (021)(111)$	39 34	39 52

Die Fläche a ist matt, o nicht so eben, wie e, c und f. Spaltbarkeit vollkommen nach $b(010)$, undeutlich nach $c(001)$.

Herr Mac Ivor ermittelte die Zusammensetzung I, während die Werthe unter II der Formel:

$$Mg^2 H^2 P^2 O^8 + 6 H^2O$$

entsprechen:

	I.	II.
P^2O^5	41,25	40,80
MgO und Spur MnO	(23,02)	22,99
H^2O	35,73	36,21
	100,00	100,00

Leicht löslich in kalter Salz- und Salpetersäure.

Anm. Ueber die optischen Eigenschaften des Newberyit theilt Des Cloizeaux im Bull. d. l. soc. min. d. France, **2**, 82 Folgendes mit: Axenebene $b(010)$, Doppelbrechung +, erste Mittellinie Axe c. Wegen der leichten Spaltbarkeit nach b gelang nur eine zur ersten Mittellinie schiefe Platte, welche ergab:

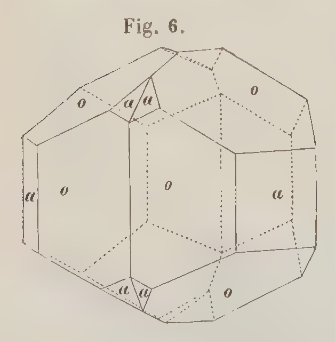
$$2E = 68° \text{ circa}, \quad 2H_a = 45° \text{ circa (Roth)}.$$

Dispersion stark, $\varrho < v$. Eine natürliche Platte nach $a(100)$ gab $2H_o = 142° 8'$ (Roth).

7) Topas (Pyknit) aus dem Zinnerzgang der Waratah-Mine am Mount Bischoff, Australien (Sitz. vom 7. Jan. 1878 und 13. Jan. 1879). Weisse zellige Massen, aus strahlig-feinfasrigen Aggregaten bestehend; spec. Gewicht 3,419. Einzelne sehr kleine Kryställchen lassen die Formen $(110)\infty P$, $(120)\infty\breve{P}2$, $(111)P$, $(056)\frac{5}{6}\breve{P}\infty$ und eine weitere Pyramide, wahrscheinlich $(124)\frac{1}{2}\breve{P}2$, erkennen.

8) Bleiglanz von der Grube Morgenstern bei Hesselbach, Kreis Laasphe in Westphalen (Sitz. v. 10. Febr. 1879). Hier wurde die in Fig. 6 möglichst naturgetreu (nur auf der Rückseite ergänzte) abgebildete Gruppe gefunden, welche ein ungewöhnliches Zwillingsgesetz zeigt. An der Zwillingsgrenze wechseln ausspringende Kanten, von $o(111)$ gebildet, mit einspringenden, durch Hexaëderflächen gebildet, ab. Der Winkel der ersteren wurde wegen der Flächenbeschaffenheit und Grösse der Krystalle (30—35 mm Durchmesser) mit dem Anlegegoniometer gemessen; es ergab sich, dass die Zwillingsebene, mit welcher die Krystalle auch verwachsen sind, (113) 303 ist; $o : \underline{o}$ berechnet 20° 2½′, beobachtet 18⅔°. Nach diesem Gesetz sind bisher nur die Zwillingslamellen im Bleiglanz von Habach (s. von Zepharovich, diese Zeitschr. **1**, 155) beobachtet worden.

Fig. 6.



9) Jamesonit (Zundererz) von Portugalete bei Tazna, Bolivien. Von den feinfasrigen gewebeähnlichen Massen wird folgende, von Hrn. L. Kiepenheuer ausgeführte Analyse mitgetheilt:

S	21,72
Pb	39,04
Fe	6,58
Sb	32,98
	100,32

10) Mineralien vom Aranyer Berge (Sitz. vom 3. März 1879). Der Verf. giebt eine nähere Beschreibung des durch die Arbeit von A. Koch (siehe diese Zeitschr. **3**, 306) bekannt gewordenen Vorkommens und weist besonders auf den hohen Gehalt des Gesteines an Tridymit und die Aehnlichkeit der chemischen Zusammensetzung mit derjenigen des ebenfalls so tridymitreichen Augitandesit von S. Cristobal in Mexiko hin. Der Tridymit — welcher in manchen Stücken deutlich die Entstehung aus Quarzeinschlüssen erkennen lässt, indem deren Rinde aus einem Aggregat von Tridymittäfelchen besteht, welches nach innen allmälig erst in eine mattseidenglänzende, aufgelockerte Masse, endlich in ganz unveränderten Quarz übergeht — erfüllt übrigens die zahlreichen Hohlräume des Gesteines mit zierlichen Krystallchen und kugeligen Zusammenhäufungen und durchschwärmt die ganze Felsart in feinen Flittern.

Ebenfalls als Neubildung, in dieser Weise noch nicht beobachtet, fand der Verf. Plagioklas, und zwar in der drusig-körnigen Masse zweier sehr veränderter Einschlüsse, welche wesentlich aus röthlichbraunem Augit und Quarz, letzterer zum Theil in Tridymit umgewandelt, bestanden. Ueber die Krystallform dieses Feldspaths wird Derselbe demnächst selbst in dieser Zeitschrift ausführlicher berichten.

Von dem Pseudobrookit werden zwei neue, an gut spiegelnden Flächen erhaltene Messungen mitgetheilt:

$$a : m = (100)(210) = 25^0\ 50'$$
$$a : d = (100)(101) \quad 41\ \ 15$$

(Vergl. diese Zeitschr. **3**, 307). Der Verf. erklärt sich gegen den a. a. O. vom Ref. gemachten Vorschlag, die Krystalle denen des Brookit entsprechend aufzustellen, weil alsdann die durch die vertikale Streifung auf dem Makropinakoid bedingte Analogie wieder verloren gehe, und weil man bisher keines der drei Titansäuremineralien in vulkanischen Gesteinen nachgewiesen habe.

Das von Koch noch fraglich gelassene Vorkommen von Titanit wurde durch Auffindung messbarer Krystalle dieses Minerals, welches sich unter den vesuvischen Sublimationsprodukten nur sehr selten findet, sichergestellt.

11) Mineralien von Rodna (Sitz. vom 7. Juli 1879). Von dieser, durch ihre noch nicht völlig aufgeklärten tektonischen Verhältnisse interessanten Erzlagerstätte wurden beschrieben:

Bleiglanz in einfachen und Zwillingskrystallen, letztere nach der Zwillingsebene $(111)O$ tafelförmig, von denen anderer Fundorte dadurch verschieden, dass sie aus zahllosen Krystallelementen bestehen, welche nicht zu einer einheitlichen Tafel verbunden sind.

Zinkblende in den bekannten schönen Krystallen der Combination: $\varkappa(111) + \frac{O}{2}$, $\varkappa(1\bar{1}1) - \frac{O}{2}$, $(100)\infty O\infty$, $(110)\infty O$, $\varkappa(113) + \frac{3O3}{2}$. $\varkappa(111)$ hat

starken Glanz, ist aber unterbrochen durch zahlreiche kleine dreiseitige Vertiefungen, deren Kante || [111, 001]. $\varkappa(1\bar{1}1)$ zeigte niedrige, concentrisch geordnete, terassenförmige Erhöhungen, denselben Kanten parallel, eine sanfte Wölbung der Flächen hervorbringend; die Randflächen dieser aufgesetzten Platten werden gebildet von $(2\bar{2}3) - \frac{\frac{3}{2}O\frac{3}{2}}{2}$, wie daraus hervorgeht, dass sie fast coincidiren mit den Flächen $(113)3O3$ der durchsetzenden Zwillingslamellen; berechnet ist der Winkel beider Flächen $1^0\ 59'$. An anderen Krystallen ist $\varkappa(1\bar{1}1) - \frac{O}{2}$ matt und rauh und $(100)\infty O\infty$ aus zahllosen kleinen oktaëdrischen Spitzen, mit deutlich erkennbarer Verschiedenheit des Glanzes der Tetraëderflächen, zusammengesetzt.

Auf Bleiglanz und Blende finden sich Cerussitkrystalle mit den Flächen: $(110)\infty P$, $(130)\infty\breve{P}3$, $(102)\frac{1}{2}\bar{P}\infty$, $(012)\frac{1}{2}\breve{P}\infty$, $(111)P$, $(010)\infty\breve{P}\infty$, $(100)\infty\bar{P}\infty$, $(001)oP$, sämmtlich Zwillinge des gewöhnlichen Gesetzes. Seltener kommen vor: Federerz, Arsenkies, Kupferkies, Malachit und Zinkspath.

12) Analyse des Garnierit (Sitz. vom 14. Juli 1879). Von diesem, dem Serpentin untergeordneten und wahrscheinlich aus demselben entstandenen Mineral wird die folgende, von Herrn Kiepenheuer ausgeführte Analyse mitgetheilt (die berechneten Zahlen entsprechen der Formel $MgNi^2Si^3O^9 + 4H^2O$):

		Berechnet:
SiO^2	37,78	40,77
Fe^2O^3, Al^2O^3	1,57	
NiO	33,91	33,86
MgO	10,66	9,06
H^2O	15,83	16,31
	99,75	100,00

Ein Vergleich dieser mit den früheren Analysen (vergl. oben S. 425 und diese Zeitschr. **3**, 106 und 636) zeigt den Wechsel im Verhältniss $Ni : Mg$.

13) Skapolith vom Monzoni (Sitz. vom 4. Aug. 1879). Das in krystallinisch-stängligen Prismen und fasrigen Partien mit bräunlich-grünem Granat bei le Selle am Monzoni vorkommende Mineral war von Liebener und Vorhauser als Skapolith bestimmt, aber noch nicht analysirt worden. Herr Kiepenheuer fand:

		Sauerstoff:
SiO^2	52,19	27,83
Al^2O^3(m. wenig Fe^2O^3)	23,54	10,99
CaO	9,61	2,75
K^2O	2,11	0,36
Na^2O	12,65	3,26
	100,10	

Diese Zusammensetzung entspricht nahezu der des vesuvischen Mizzonit.

14) Thenardit vom Balchaschsee in Centralasien (Ebenda). An den flachen Ufern dieses Sees findet sich das genannte Salz massenhaft in grobkörnig-krystallinischen Aggregaten, in deren Hohlräumen deutliche Krystalle (111 mit schmalen 110) auftreten; Farbe weiss mit zart röthlichem Ton. Die Analysen des Herrn Kamenski ergaben reines Natriumsulfat.

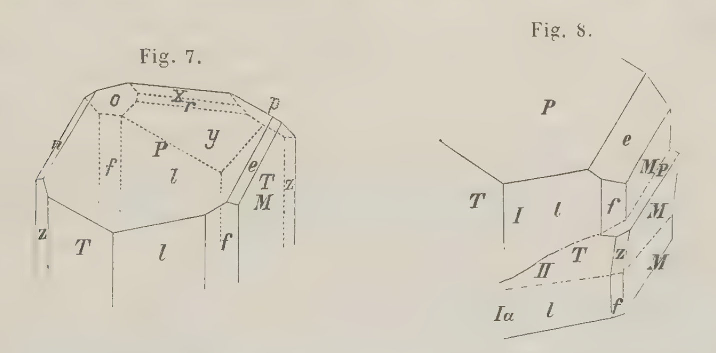
15) Glimmer von Striegau (Ebenda). Lichtgelbliche, perlmutterglänzende Schüppchen, kuglig zusammengehäuft, auf Quarz, ergaben Herrn

Riepe: 49,27 SiO^2, 28,69 Al^2O^3, 2,89 Fe^2O^3, 0,42 MgO, 13,91 K^2O, 4,77 H^2O (S. 99,95). Diese Analyse stimmt sehr nahe überein mit derjenigen des in Pseudomorphosen nach Feldspath auftretenden Glimmers von Hirschberg in Schlesien.

16) Mineralien von Bodenmais in Bayern (Correspondenzbl. Nr. 2 d. Verh. d. naturh. Ver. d. pr. Rheinl. und Westf. 1879). Aus der bekannten Magnetkieslagerstätte des Silberberges bei Bodenmais werden u. a. beschrieben:

Orthoklas von gelblicher oder helllauchgrüner Farbe, bis faustgrosse Krystalle mit den Flächen $P = (001)oP$, $M = (010)\infty P\infty$, $T = (110)\infty P$, $z = (130)\infty P3$, $x = (\bar{1}01)P\infty$, $y = (\bar{2}01)2P\infty$, $o = (111)P$, $n = (021)2P\infty$.

Mit letzterem früher häufig verwechselt Oligoklas, dessen Krystalle selten grösser als 3 cm, stets dunkler lauchgrün, als der Orthoklas und mit einer dünnen, grünlich schwarzen oder schwarzen Hülle bedeckt: folgende Flächen wurden bestimmt: $P = (001)oP$, $M = (010)\infty\breve{P}\infty$, $T = (1\bar{1}0)\infty{}'P$, $l = (110)\infty P'$, $f = (130)\infty\breve{P}'3$, $z = (1\bar{3}0)\infty{}'\breve{P}3$, $x = (\bar{1}01),\bar{P},\infty$, $y = (\bar{2}01)2,\bar{P},\infty$, $r = (\bar{4}03)\frac{4}{3},\bar{P},\infty$, $p = (\bar{1}11),P$, $e = (011),\breve{P}'\infty$. Bei genauerer Betrachtung sieht man, besser auf den Spaltungsflächen, als auf den meist matten Krystallflächen, zwei Streifensysteme, hervorgebracht durch Zwillingslamellen einerseits nach dem sogenannten Albitgesetz, andererseits nach dem Gesetz der Makrodiagonale. Die letzteren bedingen auf M eine Streifung, welche fast parallel der Kante PM, jedoch etwas weniger steil geneigt ist. Fig. 7 zeigt einen schein-



bar einfachen Krystall, welcher jedoch ganz von Zwillingslamellen beider Gesetze durchzogen ist, Fig. 8 einen anderen, in welchen ein Zwillingsstück (II) nach dem Gesetze der Makrodiagonale eingeschaltet ist, während I und Ia einem Krystall angehören. Letzterer Zwilling gleicht vollkommen den früher (Jahrb. f. Min. u. s. w. 1876, S. 708) beschriebenen von Arendal. Die Beobachtung der annähernden Parallelität der Zwillingskante mit $M : P$ ist in Uebereinstimmung mit dem Ergebniss der Analyse Rammmelberg's (CaO 5,52, Na^2O 9,70, K^2O 2,3). Das äussere Ansehen des Oligoklas von Bodenmais ist in hohem Grade ähnlich dem des Oligoklas von Bamle, des Anorthit von Tunaberg, des Amphodelit und Lepolith von Lojo und Orijärwi und des Lindsayit von letzterem Fundort.

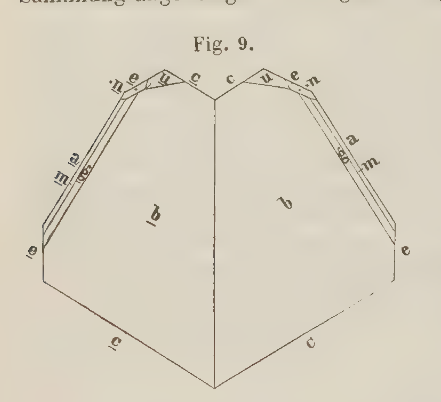
17) Mineralien des Hühnerkogel zwischen Zwiesel und Bodenmais. Der vorherrschende Bestandtheil dieses sehr grobkörnigen Pegmatitstockes ist Quarz, theils rosenroth (der bekannte Rosenquarz, dessen Gehalt an Ti Fuchs nachwies), theils graulichweiss, die untergeordneteren Gemengtheile

lichtgrauer Orthoklas, Plagioklas und Glimmer. Ausser diesen lieferte der jetzt verlassene Steinbruch:

a, Triphylin derb und in Krystallen, welch' letztere meist zu sogenanntem Pseudotriplit zersetzt sind; jedoch wurden auch frische Exemplare gefunden; ein solches (in der früher Krantz'schen Sammlung) von 7 cm Durchmesser ist gebildet von $(110)\infty P$, $(120)\infty\breve{P}2$, $(010)\infty\breve{P}\infty$, $(101)\bar{P}\infty$, $(021)2\breve{P}\infty$. Aus der Zersetzung des Triphylin entsteht zunächst der blaue Heterosit und der schwärzlichgrüne Melanchlor, der nicht selten in faustgrossen Stücken vorkommt, endlich das Gemenge von Kraurit mit Eisen- und Manganoxydhydrat und Wad, welches die als Pseudotriplit bezeichneten Pseudomorphosen zusammensetzt.

b. Niobit in ausgezeichneten Krystallen. Einen, der früher Krantz'schen Sammlung angehörigen Zwilling stellt Fig. 9 nur wenig vergrössert dar; derselbe, mit Beryll verwachsen, ist am unteren Ende verbrochen, so dass hier die Figur ergänzt wurde. Er zeigt folgende Combination (Buchstabenbezeichnung nach Schrauf, Wien. Akad. 1861): $a = (100)\infty\bar{P}\infty$, $b = (010)\infty\breve{P}\infty$, $c = (001)oP$, $u = (111)P$, $e = (201)2\bar{P}\infty$, $m = (110)\infty P$, $g = (130)\infty\breve{P}3$, $n = (211)2\bar{P}2$. Unter diesen scheint n an diesem Fundort noch nicht beobachtet worden zu sein. Da b an den Niobitkrystallen vom Hühnerkogel stets eine starke vertikale Streifung besitzt, so ist diejenige des Zwillings eine federförmige.

Fig. 9.



Als in demselben Bruch vorgekommen werden noch erwähnt Arseneisen, Uranglimmer und Vivianit.

18) Turmalin vom Hörlberg bei Lam. Dieser stammt ebenfalls aus den in jener Gegend mehrfach auftretenden Pegmatiten und ist ausgezeichnet dadurch, dass an den Krystallen $\infty R\ (10\bar{1}0)$ vollflächig erscheint; am antilogen Pol tritt $R(10\bar{1}1)$ und $-2R(02\bar{2}1)$, am analogen $R(01\bar{1}\bar{1})$, $-\frac{1}{2}R(10\bar{1}\bar{2})$, $oR(000\bar{1})$ auf.

19) Aus den gleichen Gesteinen rühren endlich auch die grossen weissen, meist mit Turmalin verwachsenen Orthoklase von Frath her. Es sind Zwillinge des Karlsbader Gesetzes, bemerkenswerth durch die geradflächige Verwachsungsebene; die vorherrschenden Endflächen sind $P(001)$ und $x(\bar{1}01)$, erstere eben, letztere etwas gewölbt.

Ref.: P. Groth.

XXVI. Mineralogische Bemerkungen.

(VII. Theil.)

Von

H. Laspeyres in Aachen.

(Mit Tafel X, XI und XII.)

12. Aragonitkrystalle von Oberstein a. d. Nahe.

(Fig. 1, Taf. X.)

Als ich unter Nr. 2 dieser Bemerkungen*) den schönen und grossen Aragonitkrystall aus dem Melaphyrmandelstein zwischen Oberstein und Idar beschrieb, sprach ich die Vermuthung aus, dass der Aragonit in dortigen Gesteinen mehrfach sich finden dürfte.

Herr E. Schmitt, ein aus Idar gebürtiger Zuhörer von mir, unterzog sich der Mühe, in der dortigen Gegend nach Aragonit zu suchen; ihm verdanke ich zehn Achatdrusen mit Aragonitkrystallen oder Pseudomorphosen von Quarz und Chalcedon nach denselben. Er hat sie an drei verschiedenen Stellen: 1) am linken Gehänge des Idarthales zwischen Idar und Hettstein, 2) im Steinbruch an der Felsecke bei der Mündung des Vollmersthales in das Idarthal**) zwischen Oberstein und Idar, 3) am Galgen- oder Steinkaulenberg bei Idar, in welchem die alten Achatgruben liegen, eigenhändig dem Melaphyr entnommen.

Nach diesen Stufen scheint der Aragonit das älteste Drusenmineral zu sein. Von den bald isolirten, bald büschelförmig aggregirten, immer nach der Verticalaxe prismatischen Krystallen erreicht keiner die Grösse und Schönheit des früher beschriebenen Krystalls, und keiner zeigt terminale Flächen.

Die manchmal noch angenähert messbaren Winkel und deren Folge, die Nichtspaltbarkeit und das Zerfallen beim Erhitzen lassen sie leicht von

*) Diese Zeitschrift 1877, **1**, 202.

**) Nicht weit davon hatte ich den ersten Aragonitkrystall gefunden.

dem manchmal zugleich vorkommenden, aber stets jüngeren, Kalkspath unterscheiden.

Die Krystalle sind immer mit einer dickeren oder dünneren Rinde von Achat bedeckt, welcher den Rest der Druse bald ganz ausfüllt, bald aber auch noch dem jüngeren Quarz und gelblichen Kalkspath, sowie der Luft Raum gelassen hat und welcher oft zu weissem Cacholong verwittert ist.

Dadurch sind die Aragonitkrystalle zu sogenannten Umhüllungspseudomorphosen von Quarz mit mehr oder minder deutlich erhaltener Aragonitform geworden. In manchen Fällen sitzt der Aragonit ganz oder theilweise noch unter dem Achat, in anderen Fällen ist er unter Zurücklassung scharfer Abdrücke ganz fortgewaschen, und in noch anderen Fällen ist der so durch Auswaschung entstandene Hohlraum zuerst wieder mit einer Achatrinde, zuletzt mit Quarzkrystallen und einzelnen zierlichen Eisenglanztafeln bewandet worden, so dass die Stufen ein sehr lehrreiches Bild von einer sogenannten Ausfüllungspseudomorphose nach aufgewachsenen Krystallen gewähren.

Figur 1, Tafel X stellt den Querschnitt einer solchen, in eine Druse frei hineinragenden Pseudomorphose in doppelter Grösse dar. Die Glaskopfstructur der Achatrinde ist sowohl nach innen wie nach aussen von den früheren, ebenen Flächen des Aragonitkrystalles aus gerichtet.

13. Quarzkrystalle von Süderholz bei Siptenfelde im Harze.

(Fig. 2 und 3, Taf. X.)

Seit dem wieder allgemeiner gewordenen Studium der Bauweise der Krystalle ist wiederholt, namentlich am Quarz, das regelmässige Zurückbleiben der Krystallkanten, die sogenannten einspringenden oder gekerbten Kanten, besprochen, und als deren Ursache der nicht über die schon vorhandenen Kanten hinausgreifende Aufbau der Krystalle aus parallelen »Schalen« erkannt worden.

Deshalb wird auch der entgegengesetzte Fall, das regelmässige Zurückbleiben von Flächen beim lagenweisen Weiteraufbau der Krystalle oder die Erscheinung von rippenartig vorspringenden Krystallkanten, von um so grösserem Interesse sein, je regelmässiger er sich zeigt.

Wohl einzig regelmässig, schön und gross findet er sich an Quarzkrystallen des genannten Fundortes, auf welche schon 1869 Zerrenner in seiner wenig bekannt gewordenen »mineralogischen Excursion nach Halle an der Saale« in die jetzt hier befindliche Sack'sche Sammlung mit einem nicht übel ausgefallenen Holzschnitte aufmerksam gemacht hat.

Figur 2[a], Tafel X zeigt die nur wenig idealisirte Ausbildungsweise dieser Krystalle in natürlicher Grösse, Figur 3 die wirkliche Ausbildungsweise in doppeltem Massstabe.

Jede der zwei noch nicht handgrossen Stufen besitzt, mit Fluss- und

Eisenspath durchwachsen, einige zwanzig grössere und kleinere Krystalle von gemeinem Quarz, welche $\pm R(10\bar{1}1$ resp. $10\bar{1}\bar{1})$ meist im Gleichgewicht, $\infty R(10\bar{1}0)$ nur sehr untergeordnet, meist gar nicht zeigen.

Andere Flächen ($\pm mR$, stumpfe Trapezoëder aus der Zone der Rhomboëderendkante) sind nur durch oscillatorische Streifung der Rhomboëderflächen angedeutet.

Modellartig regelmässig ausgebildet sind die, als 2—3 mm hohe und $2^1/_2$—6 mm breite Rippen, vorspringenden Kanten, welche an der Pyramidenspitze zu einem sechsstrahligen Sterne zusammenkommen. Niemals setzen die Rippen auf die Prismenkanten fort. Die zwischen den Rippen liegenden, zurückgebliebenen Flächen sind sehr grobdrusig ausgebildet, d. h. sie sind mit parallelgestellten, 1—3 mm grossen Partialindividuen dicht bedeckt, welche nur selten die Höhe der Rippen erreichen.

In Figur 3 sind die Rhomboëder der Partialindividuen der leichteren Darstellung wegen im Gleichgewichte gezeichnet, was meist nicht der Fall ist, denn die Individuen auf $+R(10\bar{1}1)$ sind Combinationen von $+R(10\bar{1}1)$, $-R(10\bar{1}\bar{1})$, $\infty R(10\bar{1}0)$, die auf $-R(10\bar{1}\bar{1})$ von $-R(10\bar{1}\bar{1})$, $+R(10\bar{1}1)$, $\infty R(10\bar{1}0)$.

Ganz besonders schön tritt an einer der zwei Stufen diese Ausbildungsweise der Krystalle dadurch hervor, dass die Stufe ganz und gar mit einer dünnen Haut von mattem Eisenocker gleichmässig überzogen ist, welche ein früherer Besitzer der Stufe von den spiegelnden, aus fast klarem Quarz bestehenden Rippen abgeschabt hat, so dass es den Anschein gewinnt, als ob jeder braune Quarzkrystall mit einem sechsstrahligen Bergtkrystallnetze überspannt sei.

Ein Schliff oder Bruch normal zur Hauptaxe durch die Endkanten zeigt (Taf. X, Fig. 2^b) den regelmässig schaligen Aufbau der Krystalle dadurch sehr schön, dass die einzelnen Lagen bald trübe und weiss, bald klar und dunkeler sind. Hier sieht man auch, dass die geschilderte Ausbildungsweise nur eine Oberflächenerscheinung ist, keiner inneren Structur entspricht, denn die Rippenbildung findet sich nur an der obersten Quarzlage, aus welcher nicht nur die Rippen, sondern auch die noch jetzt mit Ocker überzogenen Partialindividuen auf den dazwischen liegenden Böden bestehen.

14. Die krystallographischen und optischen Eigenschaften des Manganepidot (Piemontit).

(Taf. X, Fig. 4—8, Taf. XI, Fig. 1—13. Taf. XII, Fig. 1 u. 2.)

Die unter Nr. 10 dieser Bemerkungen[1]) von mir mitgetheilten chemischen Untersuchungen des Manganepidot (Piemontit) von St. Marcel veran-

1) Diese Zeitschrift 1879, **3**, 525 ff.

lassten mich, die krystallographischen und optischen Verhältnisse dieses nur von genanntem Fundorte bekannten Minerals näher zu untersuchen.

Einerseits lag mir daran, auf diese Weise festzustellen, ob dieses Mineral, wie Des Cloizeaux[2]) und nach ihm die meisten Mineralogen angeben, zum monoklinen Epidot oder, wie Breithaupt[3]) behauptet, zum rhombischen Zoisit gehöre.

Andererseits schien es mir ein allgemeineres Interesse zu haben, zu ermitteln, welchen physikalischen und morphologischen Einfluss der Eintritt von grösseren Mengen Mangan an die Stelle von Eisen und Aluminium in das Silicat ausübt.

Die nachfolgenden Untersuchungen haben nun ergeben:

1) dass, wie zu erwarten stand, der Piemontit ein echter Epidot ist, und

2) dass die krystallographischen und optischen Eigenschaften desselben sehr wenig von denen des Pistazit abweichen mit Ausnahme der Art der Lichtabsorption, welche im ganzen die complementäre ist.

§ 1. Die krystallographischen Eigenschaften des Piemontit.

Ueber die Krystallform und die krystallographischen Elemente des Pistazit liegen zahlreiche Arbeiten vor, welche in der umfangreichsten Mittheilung über diesen Gegenstand von Seiten Bücking's[4]) eine erschöpfende Zusammenstellung und Berücksichtigung erfahren haben. Ich beziehe mich deshalb auf dieselbe bei Vergleichen.

Das durch von Kokscharow[5]) für die Epidote ermittelte krystallographische Axenverhältniss:

$$a : b : c = 1,5807 : 1 : 1,8057$$
$$\beta = 64^0\ 36';$$

stimmt nach Klein[6]) vollkommen mit demjenigen der Krystalle aus dem Sulzbachthale überein[7]).

2) Manuel de minéralogie, 1862, **1**, 254.

3) Berg- und hüttenmännische Zeitung 1865, **24**, 341. Vergl. Quenstedt, Mineralogie 1877, 346.

4) Diese Zeitschr. 1878, **2**, 321.

5) Materialien z. Mineral. Russlands 1858, **3**, 268.

6) Jahrbuch f. Min. u. s. w. 1872, 113.

7) Die neuesten Messungen dieser Krystalle von N. von Kokscharow jr. (Genaue Messungen der Epidotkrystalle von der Knappenwand im oberen Sulzbachthale. Petersburg 1879) führen zu dem Axenverhältnisse:

$$1,5787 : 1 : 1,8036;\ \beta = 64^0\ 36'\ 50''$$

aus den Fundamentalwinkeln:

$$P(\bar{1}11) : \infty R\infty(010) = 35^0\ 14'\ 40''$$
$$P(\bar{1}11) : \quad oP(001) = 75\ \ 11\ \ \ 0$$
$$oP(001) : \infty R\infty(100) = 64\ \ 36\ \ 50$$

Das Vorkommen des Piemontit habe ich schon bei den genannten chemischen Untersuchungen näher mitgetheilt (1). Die Krystalle finden sich stets eingewachsen in einem grobkörnigen, zum Theil auch strahligen Gemenge hauptsächlich von farblosem Quarz, Orthoklas, Plagioklas, Tremolit, Kalkspath, Braunit, so dass das Vorkommen mehr Aehnlichkeit mit dem des Zoisit als mit demjenigen des Pistazit hat.

Die bis 3 cm langen und 5 mm dicken Krystalle sind immer nach der Orthoaxe prismatisch bis strahlig und auch wohl faserig ausgebildet. Terminale Flächen habe ich »makroskopisch« niemals beobachten können. Manche Krystalle, welche ich als solche erhielt, waren nicht Piemontit, sondern ein röthlichbrauner Vesuvian aus der Gegend von St. Marcel.

Die einzelnen Prismen kann man, sobald sie nur mindestens 1 mm Durchmesser haben, auf mehrere Millimeter Länge aus dem genannten Gemenge, namentlich aus dem Quarz durch vorsichtiges Schlagen herausschälen.

Die blos in der Zone der Orthoaxe liegenden Flächen lassen ihre gegenseitigen Neigungen, trotz ihres manchmal noch ziemlich guten Glanzes, wegen ihrer oscillatorischen Krümmung und Streifung meist nur in so weit bestimmen, als zur sicheren Orientirung nöthig ist.

Allein zwei Winkel liessen sich an einigen Krystallen im Reflexionsgoniometer mit 3 cm breitem Lichtspalt im entfernten Fenster als Signal annähernd messen und ergaben folgende Werthe:

$oP(001) : \infty \bar{P} \infty (100) = 64^0\, 39'$ (Mittel aus 6 Messungen zwischen $64^0\, 50'$ und $64^0\, 2'$)

$oP(001) : \frac{1}{2} \bar{P} \infty (\bar{1}02) = 34^0\, 13'$.

Des Cloizeaux (2) und Dana[8]) geben diese Winkel nach »ungefährer Messung« zu $64^0\, 40'$ und $34^0\, 23'$ an, während sie am Pistazit $64^0\, 36'$ und $34^0\, 21'$ betragen.

Des Cloizeaux (2) führt die Beobachtung terminaler Flächen auf, nämlich $b\frac{1}{2} = P(\bar{1}11)$ mit der annähernden Winkelangabe $P(\bar{1}11) : oP(001) = 75^0$ und berechnet daraus die Länge der Orthoaxe.

Terminale Flächen habe ich manchmal, aber stets selten und nur in Dünnschliffen mikroskopisch, beobachten und an dem besten Schliffe mittelst mikroskopischer Winkelmessungen durch Zufall, aber mit Sicherheit bestimmen können, während in den meisten Fällen solche Winkelmessungen gar keinen Werth haben, weil man sich nicht über die Lage der Krystalle zur Schliffläche versichern kann.

Nach den Messungen von Websky (Monatsber. d. Berl. Acad. 1878, 132, 501 und diese Zeitschr. 1879, **3**, 241):

$1,5778 : 1 : 1,8035;\ \beta = 64^0\, 34'\, 20,6''$.

8) Dana, System of mineralogy 1872, **5**, 285.

Ein vielfach quergesprungener und mit Kalkspath (C) wieder gekitteter, in einem Quarzindividuum (Q) eingebetteter Zwillingskrystall (Taf. X, Fig. 7), zeigt nämlich immer da, wo derselbe an Quarz anstösst, aus- und einspringende, vielfach gezackte und gekerbte Krystallendigungen, welche in der Schlifffläche mit der zweiten Spaltfläche $\infty P\infty = (100)$ den mikroskopisch gut messbaren Winkel theils von $109^0\ 43'$ (im Mittel von 40 Messungen) theils von 90^0 bilden. Erstere Flächen gehören der Krystallform $P = (\bar{1}11)$, letztere $\infty P\infty = (010)$ an. Einige andere aber seltene Endigungen sind nicht mit Sicherheit zu ermitteln.

Optisch liess sich nun die krystallographische Lage dieser Schlifffläche ermitteln, denn sie erwies sich nach dem Interferenzbilde zufällig normal zur zweiten Mittellinie (§ 2) des einen, in der Zeichnung (Taf. X, Fig. 7) schraffirten Individuum.

Das andere nicht schraffirte Individuum dieses Zwillings wird von der Schlifffläche so geschnitten, dass dieselbe mit der zweiten Mittellinie für Natrium-Licht $76^0\ 38'$, für Lithium-Licht $75^0\ 8'$ bildet. Dieser Theil der Lamelle zeigt also in convergentem polarisirten Lichte (§ 2) nur das Interferenzbild derjenigen optischen Axe, welche mit der Normalen zur Schlifffläche den kleineren Winkel bildet, wie es Figur 8, Tafel X zeigt, welche einen Querschnitt der in Figur 7 dargestellten Krystalllamelle durch die Ebene der optischen Axen vorstellt mit den eingezeichneten optischen Linien.

Nach den optischen Untersuchungen (§ 2 u. Taf. XI, Fig. 7) bildet die in der Zone der Orthoaxe liegende Schlifffläche des schraffirten Individuum mit der Basis für:

	Natrium-Licht	$32^0\ 2'$
	Lithium-Licht	32 47
also im Mittel		32 25

Hieraus, aus dem nach den obigen Winkelangaben bekannten Verhältnisse und der Schiefe der Krystallaxen a und c, sowie aus dem mikroskopisch gemessenen ebenen Winkel $2 \times 70^0\ 17' = 140^0\ 34'$, den die Hemipyramide $P = (\bar{1}11)$ auf der Schlifffläche abschneidet, berechnet sich das Axenverhältniss des Piemontit zu:

	a	b	c	β
	1,6100	1	1,8326	$64^0\ 39'$
Nach Des Cloizeaux (2) ist es	1,5484	1	1,7708	64 40*)
der Pistazit hat nach v. Kokscharow (5)	1,5807	1	1,8057	64 36

*) Des Cloizeaux (2) giebt für den Piemontit statt drei Winkel deren vier an, welche einander zum Theil nicht genau entsprechen. Aus diesen vier Winkeln berechnen sich also noch zwei andere Axenverhältnisse nämlich:

$$1,5751 : 1 : 1,7904;\ \beta = 64^0\ 40'$$

aus $\frac{1}{2}P\infty : \infty P\infty = 81^0\ 10'$; $oP : \infty P\infty = 64^0\ 40'$; $oP : P = 75^0$

In einem Dünnschliffe normal zur Symmetrieaxe betrug der Spaltungswinkel $oP(001) : \infty\bar{P}\infty(100)$ im Mittel von 12 mikroskopischen Messungen $64^0\ 46'$ statt der im Reflexionsgoniometer erhaltenen $64^0\ 39'$.

Nach diesen mit aller möglichen Sorgfalt ausgeführten Messungen dürfte keine Veranlassung vorliegen zu der Annahme eines wesentlich anderen Axenverhältnisses für den Piemontit wie für den Pistazit.

G r ö s s e r e W i n k e l d i f f e r e n z e n w e r d e n m i t h i n k e i n e s f a l l s d u r c h d e n E i n t r i t t v o n M a n g a n a n d i e S t e l l e v o n E i s e n u n d A l u m i n i u m h e r v o r g e r u f e n.

Auf die Schwierigkeit, die Verhältnisse des in Figur 7 und 8, Tafel X dargestellten, so eben schon zum Theil besprochenen Zwillings genetisch zu erklären, habe ich schon früher (1) aufmerksam gemacht.

Es setzen nämlich die vielen, unregelmässig begrenzten, sehr schmalen, häufig mit einem Verwurfe verbundenen, mit Kalkspath (C) erfüllten Quersprünge niemals aus dem Piemontit in den umgebenden Quarz (Q) hinein, der nach seinem optischen Verhalten ein einziges Individuum bildet. Dagegen dringt der umgebende Quarzkrystall öfters etwas, aber niemals tief in die Sprünge ein, so dass es den Anschein hat, als ob ein zertrümmerter und mit Kalkspath wieder verkitteter Epidotkrystall von einem Quarzkrystall umhüllt worden wäre.

Unverständlich bleibt dabei aber die vermöge des optischen Verhaltens beobachtete, krystallographisch parallele Lage von zwei einander gegenüberstehenden, gleichbreiten und gleichgebauten, vielfach zerbrochenen, polysynthetischen Zwillingskrystallen, deren terminale Krystallendigungen ganz unabhängig von einander sind. Zufall kann das kaum sein.

Die prismatischen Krystalle werden vorherrschend von $\frac{1}{2}\bar{P}\infty = (\bar{1}02)$ und $\infty\bar{P}\infty = (100)$, untergeordnet in den meisten Fällen von $oP = (001)$ begrenzt. Alle Flächen zeigen sich durch oscillatorische Combination — die Flächen $oP = (001)$ und $\frac{1}{2}\bar{P}\infty = (\bar{1}02)$ auch durch polysynthetische Zwillingsbildung (§ 3) — geknickt oder gestreift und dadurch mehr oder weniger gerundet. Am ebensten und besten spiegelnd erweist sich immer $oP = (001)$.

Durch einseitiges Vorwalten einer dieser Ebenen — am seltensten von $oP = (001)$ — werden viele Krystalle flachsäulig.

Andere in derselben Zone oscillatorisch auftretende Flächen sind am Reflexionsgoniometer wegen ihrer matten Ausbildung nicht zu bestimmen. Dagegen zeigte ein fast senkrecht zur Orthoaxe durchschnittener Krystall im Dünnschliffe eine unter dem Mikroskope gut messbare Abstumpfungs-

---

und $1{,}5384 : 1 : 1{,}7584$; $\beta = 64^0\ 27'$

aus $oP : \frac{1}{2}\bar{P}\infty = 34^0\ 23'$; $\infty\bar{P}\infty : \frac{1}{2}\bar{P}\infty = 81^0\ 10'$; $oP : P = 75^0$

das Mittel aus allen drei Verhältnissen ist:

$1{,}5539 : 1 : 1{,}7732$; $\beta = 64^0\ 36'$

fläche der Kante $oP = (001) : \infty P\!\!\!-\infty(100)$, welche mit $oP(001)$ 33° bildet, mithin die auch am Pistazit bekannte $-P\!\!\!-\infty(101)$ [berechnet 34° 40′] ist. Die am Pistazit so häufige $P\!\!\!-\infty(\bar{1}01)$ ist am Piemontit nicht zu beobachten gewesen.

Figur 4 und 5, Tafel X zeigen die bis jetzt am Piemontit beobachtete Krystallform, erstere die Symmetrieebene, letztere das Orthopinakoid nach dem Beschauer gewendet. Figur 6, Tafel X stellt in letzterer Weise einen polysynthetischen Zwilling (§ 3) dar.

Die Basis $oP = (001)$ zeigt eine vollkommene, das Orthopinakoid $\infty P\!\!\!-\infty(100)$ eine ziemlich vollkommene Spaltbarkeit unter 64° 39′. Der Bruch ist uneben.

In Dünnschliffen, welche der Symmetrieebene parallel sind (Fig. 8, Taf. XI), unterscheidet man unter dem Mikroskope leicht auch ohne Zuhülfenahme optischer Eigenschaften, beide Spaltungsrichtungen. Die erste verläuft nämlich sehr gerade und auf lange Erstreckung, tritt sehr häufig auf und lässt sich deshalb sehr gut mit dem Fadenkreuze des Mikroskopes zur Deckung bringen. Nicht so die zweite, welche sich seltener zeigt, sich nie weit, sondern oft unterbrochen verfolgen lässt und selten ganz gerade verläuft.

Liegt die Schliffläche dagegen in der Zone der Orthoaxe, so lassen sich beide, nun parallel verlaufende Spalten nicht mit Gewissheit an ihrer Beschaffenheit unterscheiden.

§ 2. Die optischen Eigenschaften des Piemontit.

Die optischen Eigenschaften des Pistazit kennen wir namentlich durch die eingehenden Untersuchungen von Klein[9]) an den Krystallen vom Sulzbachthale.

In dieser Arbeit finden wir auch die früheren optischen Untersuchungen an diesem Minerale kritisch zusammengestellt. Ich beziehe mich deshalb in der Folge besonders auf diese Arbeit.

Die von Klein gewonnenen Resultate habe ich wegen des besseren Vergleichs mit dem Folgenden in Figur 6, Tafel XI graphisch zusammengestellt. Die Winkel der optischen Axen sind die Mittel aus allen (11 resp. 12) Beobachtungen oder Berechnungen *) von Klein.

Bei den bis jetzt noch nie versuchten optischen Untersuchungen des Piemontit lässt uns die gewöhnliche Untersuchungsmethode im Stauroskop und Polarisationsinstrument im Stiche wegen der ungewöhnlich starken Absorption des Lichts im Piemontit. Für unpolarisirtes Licht erweisen sich nämlich alle Krystallplatten von 0,25 mm Dicke noch opak.

---

9) Jahrbuch für Min. 1874, 1.

*) $2V\varrho = 73^0\,44' - 2V\gamma\varepsilon = 73^0\,33' - 2V\gamma\varrho = 73^0\,27'$.

Man ist also auf Dünnschliffe, ja sogar auf die allerdünnsten, mithin auf mikroskopisch-optische Untersuchungen angewiesen.

Aber auch diese bieten, wie ich erfahren habe, bei guten Instrumenten, bei gehörig orientirten und dünnen Schliffen, bei einiger Erfahrung und exacter Beobachtung gut unter einander stimmende Resultate, so bald man alle Messungen vielfach wiederholt und ihr Mittel nimmt, wodurch sich die allerdings nicht unbedeutenden, unvermeidlichen Schwankungen zwischen den einzelnen Beobachtungen eliminiren lassen.

Das von mir gebrauchte, nach den Angaben von Rosenbusch, mit den Verbesserungen von v. Lasaulx und Bertrand, durch Hartnack in Potsdam ausgeführte Mikroskop hat sich gut bewährt[10].

Alle folgenden Untersuchungen wurden, — das will ich, um jedem Missverständnisse vorzubeugen, bemerken — bei feststehendem Polarisator ausgeführt, dessen Hauptschnitt mit dem (rechts — linken) Querarme des Fadenkreuzes zusammenfällt, so dass die Polarisationsebene des benutzten ausserordentlichen Lichtstrahles durch den (vorn — hinteren) Längsarm des Fadenkreuzes geht. Die Schwingungen des auf den Schliff einfallenden polarisirten Lichtstrahls, welche auf der Polarisationsebene senkrecht gedacht werden, finden also parallel dem Querarme des Fadenkreuzes statt. Des kürzeren Ausdruckes wegen werde ich im Folgenden die optische Orientirung auf diese zur Polarisationsebene normale Schwingungsrichtung beziehen.

Die benutzten Dünnschliffe sind, soweit sie krystallographisch oder optisch orientirt sein mussten, von mir geschliffen worden, denn nur dann hatte ich Gewähr, dass kein Irrthum sich einschliche. Die Anfertigung derselben bietet wegen der nöthigen ausserordentlichen Dünnheit der Schliffe, sowie bei der Sprödigkeit und grossen Spaltbarkeit des Piemontit nach zwei Richtungen einige Schwierigkeit.

Namentlich die Platten zur Beobachtung der Interferenzbilder müssen wegen der starken Lichtabsorption hauchdünn sein. Schliffe, welche schön durchsichtig und für die Untersuchung der Absorption und Aufsuchung der Hauptschwingungsrichtungen schon gut geeignet sind, geben noch gar kein oder nur ein undeutliches Interferenzbild, das mit zunehmender Dünnheit immer schöner sich entwickelt.

Die in § 3 besprochene, polysynthetische Zwillingsbildung würde bei der optischen Untersuchung störend sein, wenn man sie nicht so leicht erkennen, wegschleifen oder umgehen könnte, da das eine Individuum stets vorherrscht, so dass Präparate zur optischen Beobachtung gut rein nach allen Richtungen zu beschaffen sind.

---

10) Jahrbuch für Mineralogie 1876, 504; 1878,377. Bull. d. l. soc. min. de France 1878, 27.

Auch aus diesem Grunde ist man zur Selbstanfertigung der Präparate gezwungen.

Die krystallographisch orientirte Schlifffläche wurde dabei an den Krystall angeschliffen, etwas polirt, in Bezug auf die Richtigkeit ihrer Lage im Goniometer geprüft, falls befriedigend gefunden mit Canadabalsam auf Glas gekittet und nun der Krystall dünngeschliffen.

Zuvor wurde aber noch die krystallographische Lage der Schlifffläche zu den Krystallflächen genau notirt, um die gewonnenen optischen Beobachtungen richtig auf die krystallographischen zu beziehen.

Hierbei darf man nicht übersehen, dass bei Betrachtung der Schliffe unter dem Mikroskope und im Polarisationsinstrumente nur der Gegenstand, nicht das Interferenzbild, von rechts nach links sowie von oben nach unten umgekehrt erscheint.

Die Planparallelität der Schliffe erkennt man zwar sofort beim Schleifen und vermöge der starken Lichtabsorption, trotzdem wurde sie immer noch mit der Quarzplatte im polarisirten Lichte geprüft. Nur fehlerfreie Platten wurden zu den Untersuchungen genommen.

Die optischen Untersuchungen erfolgten im homogenen Lichte der Lithium- und Natriumflamme. Die Thalliumflamme konnte wegen der bald sehr starken, bald gänzlichen Absorption der Lichtstrahlen mit geringerer Wellenlänge im Piemontit nicht angewendet werden.

Auch für die meisten mikroskopischen Untersuchungen lässt sich diese Beleuchtungsart gut verwenden, so bald man nur eine recht grosse und kräftige Gasflamme mit den Metallsalzen färbt[11]), und die Beobachtung in einem ganz verdunkelten Zimmer so vornimmt, dass das Licht der Flamme nur den Beleuchtungsspiegel oder noch besser den Polarisator direct trifft[12]), um das Auge für schwache Lichtstrahlen empfänglicher zu machen.

Die noch so vielfach, auch von Klein (9) bei seinen Epidotuntersuchungen, gebrauchten bunten Gläser schwächen sehr stark das Licht und erfüllen gar nicht ihren Zweck. Ebenso wenig ist die von Rosenbusch (10) vorgeschlagene Färbung des Lichtes durch eine Quarzplatte zweckentsprechend, weil man in beiden Fällen, namentlich in letzterem, kein homogenes Licht erhält.

Am besten eignet sich die, auch zum Theil bei den folgenden Untersuchungen versuchte, Beobachtung im Sonnenspectrum.

---

11) Desaga in Heidelberg construirt solche Lampen nach meinen Angaben für *Na*-, *Li*- und *Tl*-Licht bequem und zweckmässig.

12) Zu diesem Zwecke befindet sich die Lichtquelle innerhalb, das Instrument und der Beobachter ausserhalb einer Dunkelkammer, vor deren Oeffnung das Instrument befestigt wird.

a. Aufsuchung der krystallographischen Lage der Hauptschwingungsrichtungen.

Eine senkrecht zur Symmetrieaxe geschliffene Platte von Piemontit, in welcher sich die zwei Spaltrichtungen unter 64⁰ 46′ (s. o. § 1) schneiden, zeigt beim Drehen um die Symmetrieaxe zwischen den gekreuzten Nicols das Maximum der Verdunkelung, wenn die Schwingungsrichtung des einfallenden Lichtstrahls im stumpfen Winkel zwischen den Krystallaxen a und c liegt und mit der Richtung der ersten Spaltbarkeit (oder der Krystallaxe a) den Winkel:

für Lithiumlicht von 32⁰ 42′ (Mittel aus 12 Messungen)
- Natriumlicht - 32 6 - - - -

bildet.

Die Einstellung der Hauptschwingungsrichtung des Piemontit auf die der Nicols stauroskopisch mittelst der Calcitplatte ergiebt im Mittel kaum abweichende Winkelwerthe, nämlich:

für Lithiumlicht 32⁰ 50′ (12 Mess.) — 32⁰ 49′ (12 Mess.)
- Natriumlicht 31 57 (10 Mess.)

Das Mittel aus allen Versuchsreihen:

für Lithiumlicht 32⁰ 47′
- Natriumlicht 32 2

ist also der Winkel, welchen die eine der in der Symmetrieebene liegenden Elasticitätsaxen mit der Klinoaxe a bildet (Fig. 7, Taf. XI).

Die zweite schliesst deshalb mit der Verticalaxe c:

für Lithiumlicht den Winkel 7⁰ 26′
- Natriumlicht - - 6 41

ein und liegt im spitzen Winkel der Krystallaxen a' und c, wenigstens für alle schwächer brechbaren Lichtstrahlen.

Für die verschiedenen Lichtarten findet demnach eine ungewöhnlich **starke Dispersion der Elasticitätsaxen** statt, denn dieselbe beträgt schon für Lithium- und Natriumlicht 0⁰ 45′[13]).

Ein zweiter Dünnschliff, dessen Neigung zur Symmetrieaxe sich nicht 90, sondern nur 78⁰ erweist und bei dem sich deshalb beide Spaltrichtungen nicht unter 64⁰ 39′, sondern unter 65⁰ 39′ (12 Messungen) schneiden, ergiebt die Neigung der ersten Elasticitätsaxe zur Klinoaxe a:

für Lithiumlicht = 29⁰ 50′
- Natriumlicht = 29 29

mithin eine gleichsinnige Dispersion von 0⁰ 31′.

---

13) Am Pistazit hebt Des Cloizeaux (Manuel d. min. 1862, **1**, 248) schon die starke geneigte Dispersion hervor.

Ich führe diese nicht ganz richtige Messung nur an, um die grosse Dispersion in dem genannten Sinne zu bestätigen.

Es wird weiter unten gezeigt werden, dass die an der Klinoaxe *a* liegende Hauptschwingungsrichtung die Axe der kleinsten Elasticität = $\mathfrak{c}$, diejenige an der Verticalaxe *c* die der grössten Elasticität = $\mathfrak{a}$, also die Symmetrie- oder Orthoaxe *b* diejenige der mittleren Elasticität = $\mathfrak{b}$ ist, dass also die Dispersion der Mittellinien eine geneigte ist.

Beim Vergleich der Figuren 6 und 7 auf Tafel XI sieht man, dass nur ein geringer optischer Unterschied zwischen Piemontit und Pistazit besteht. Beim Piemontit bilden die Elasticitätsaxen etwas grössere Winkel mit den Krystallaxen, und die geneigte Dispersion ist etwas grösser.

Beim Aufsuchen der Lage der Elasticitätsaxen in der Symmetrieebene namentlich mit Hülfe der Calcitplatte treten in Folge des starken Pleochroismus des Piemontit Erscheinungen hervor, welche man an schwach pleochromatischen Krystallen nicht wahrnehmen kann. Ich werde sie gegen Ende des folgenden Abschnittes erwähnen.

b. Die Absorption des Lichtes (Pleochroismus).

Wohl wenige Krystalle zeigen die Abhängigkeit der qualitativen und quantitativen Absorption des Lichtes von der Richtung schöner und farbenprächtiger als der Piemontit. Deshalb lohnt es sich wohl, dieselbe näher zu untersuchen, als es bei Krystallen gewöhnlich geschieht.

Die Absorption des Lichtes ist bekanntlich bei demselben krystallisirten Medium ausser von der Richtung und Wellenlänge auch von der Dicke der Platte, von der Temperatur und von der Intensität des auffallenden Lichtstrahles abhängig. Man müsste also eigentlich ausser den beiden ersteren auch die drei letzteren genau bestimmen.

Allein für die folgenden Zwecke genügt in den meisten Fällen die Angabe, dass, wenn nicht ausdrücklich anderes mitgetheilt wird, entweder das von Wolken reflectirte Sonnenlicht in halbverdunkeltem Zimmer oder das Licht eines Schwalbenschwanzgasbrenners in einer Dunkelkammer (12) angewendet wurde. Beide Lichtquellen gegen einander an derselben Krystallplatte verglichen zeigten nämlich genau dieselben Erscheinungen.

Die strahlende Wärme der Beleuchtungsquelle wurde von der Krystallplatte und dem brechenden Prisma, sobald es darauf ankam, so gut als möglich abgehalten. Für die auf diese Weise nicht zu vermeidenden kleinen Temperaturschwankungen gegenüber der Zimmertemperatur bei Fixirung der Fraunhofer'schen Linien ohne dabei in der Nähe befindliche Gasflamme dürfte der Einfluss der Temperatur unmerklich sein.

Die Krystallplatten waren möglich dünnste Schliffe, also nur nahezu von gleicher Dicke. Platten von gleicher Orientirung zeigten trotzdem stets dasselbe Absorptionsspectrum.

Wesentliche Unterschiede im Absorptionsspectrum konnten bei derselben Platte und Richtung nur erkannt werden, wenn die Intensität des Lichtes sehr bedeutend gesteigert wurde, was dadurch möglich wird, dass man statt des Reflexlichtes heller Wolken directes Sonnenlicht auf den Beleuchtungsspiegel des Apparates einfallen lässt. Die durch die Krystallplatte gehenden Sonnenstrahlen geben ein continuirliches Spectrum, welches sich nur wenig in der Intensität vom Sonnenspectrum unterscheidet und welches in dem von den diffusen Lichtstrahlen gleichzeitig erzeugten Absorptionsspectrum als schmaler Streifen in der Mitte liegt, so dass man bequem beide Spectren mit einander zu vergleichen vermag.

Die Absorptionsuntersuchungen in homogenem Lichte wurden bei der oben genannten Lampe (11) mit Lithium-, Natrium- und Thalliumlicht oder im stark ausgedehnten Sonnenspectrum, natürlich stets im ganz verdunkelten Zimmer, vorgenommen.

Zuerst wurden zur Untersuchung der pleochromatischen Erscheinungen drei — zwei hätten bekanntlich schon genügt — möglich dünnste Schliffe normal zu den drei Elasticitätsaxen angefertigt.

Der Schliff normal zur Axe der grössten Elasticität $\mathfrak{a}$ erscheint im weissen gewöhnlichen Lichte dunkel granatroth (bläulichroth) und zeigt die stärkste Lichtabsorption. Im polarisirten Lichte zerlegt sich diese »Flächenfarbe« in eine dunkele amethyst (röthlichgrauviolette) »Axenfarbe«, wenn die Schwingungen parallel der mittleren Elasticitätsaxe $\mathfrak{b}$ erfolgen, und in eine dunkel pyrop- (blut-) rothe, wenn das Licht parallel der kleinsten Elasticitätsaxe $\mathfrak{c}$ schwingt. Im ersteren Falle erleidet das Licht die stärkste, im letzteren Falle die mittlere Absorption (s. u. die Absorptionsspectren).

Der Schliff normal zur mittleren Elasticitätsaxe $\mathfrak{b}$ erscheint im weissen gewöhnlichen Lichte lebhaft gelbroth zwischen orange und blutroth und zeigt schwächste Absorption. Schwingt das polarisirte Licht parallel $\mathfrak{c}$, so zeigt der Schliff die oben genannte dunkel pyroprothe Farbe und mittlere Absorption, schwingt er parallel $\mathfrak{a}$, so ist der Schliff hell orange bei minimaler Absorption (vergl. Fig. 8, Taf. XI).

Der Schliff senkrecht zur kleinsten Elasticitätsaxe $\mathfrak{c}$ ist im gewöhnlichen Lichte dunkel gelbroth, zwischen orange und blutroth, ähnlich wie der Schliff normal zu $\mathfrak{b}$ nur etwas gelber und matter, weil der Schliff mittlere Absorption zeigt. Das parallel $\mathfrak{a}$ schwingende polarisirte Licht ist wieder hell orange und wird minimal absorbirt, das parallel $\mathfrak{b}$ schwingende Licht erleidet die maximale Absorption und ist wie im Schliff normal zu $\mathfrak{a}$ dunkelamethystfarben.

Für den Pistazit vom Sulzbachthale fand Klein (9) ganz entsprechend:

1. Schliff normal zu 𝔞: »Flächenfarbe« grün*) maximale Absorption
»Axenfarbe« 𝔠 grün**) mittlere -
»Axenfarbe« 𝔟 braun***) maximale -
2. Schliff normal zu 𝔟: »Flächenfarbe« gelbgrün†) minimale Absorption
»Axenfarbe« 𝔠 grün**) mittlere -
»Axenfarbe« 𝔞 gelb††) minimale -
3. Schliff normal zu 𝔠: »Flächenfarbe« braun*†) mittlere -
»Axenfarbe« 𝔟 braun***) maximale -
»Axenfarbe« 𝔞 gelb††) minimale -

Bei seinen zahlreichen pleochromatischen Untersuchungen hat Haidinger auch schon versucht, den Pleochroismus des Piemontit unter dem Mikroskope bei 60facher Vergrösserung an dessen Pulver zu ermitteln[14]). Dass er sich bei dieser Beobachtungsmethode geirrt hat, wenn er glaubte, aus Spuren von Krystall- und Spaltungsformen an einzelnen Splittern die krystallographische Orientirung der verschiedenen Flächen- und Axenfarben mit genügender Sicherheit gewonnen zu haben, geht aus den Widersprüchen zwischen seinen und meinen Angaben hervor. Ich wiederhole erstere deshalb an dieser Stelle nicht.

Die bisher ganz allgemein gebrauchte Farbenbezeichnung bei pleochromatischen Substanzen ist ganz subjectiv und kann nur ganz ungefähr angeben, welche Lichtstrahlen am wenigsten absorbirt werden.

Um die Absorption schärfer, als bis jetzt üblich gewesen ist, zu charakterisiren, wurden die durch die planparallele Piemontitplatte gegangenen polarisirten Lichtstrahlen, welche bekanntlich niemals Licht von nur einer Wellenlänge zeigen, sondern aus Lichtstrahlen verschiedener Wellenlängen resultirende Mischfarben geben, im Spectroskope analysirt und gaben die in Figur 3, 4, 5 auf Tafel XI dargestellten Absorptionsspectren†††).

---

*) Nach Haidinger, Pogg. Ann. 1845, **65**, 1: »Farbe d. Basis *A*« = pistazgrün
**) - - - - »Farbe der Normale *b*« = dunkelgrasgrün
***) - - - - »Farbe der Queraxe *c*« = sehr dunkelleberbraun
†) - - - - »Farbe der Längsfläche *C*« = leberbraun
††) - - - - »Farbe der Hauptaxe *a*« = hellleberbraun
*†) - - - - »Farbe der Querfläche *B*« = bräunlicholivengrün.

Die von Haidinger gemachte Bemerkung, dass die »Farbe der Axe *a* zurückbleibt und zugleich vorzugsweise absorbirt wird« steht mit diesen Angaben in Widerspruch und beruht deshalb wohl auf einem Druckfehler: *a* statt *c*, vergl. Klein, Jahrb. f. Min. 1874, 3, vergl. vom Rath (Beer) Pogg. Ann. 1862, **115**, 480 und Grailich kryst. opt. Untersuch. 1858, 58.

14) Sitzungsber. der Wiener Acad. (math. naturw. Cl.) 1854, **13**, 325.

†††) So vielseitig schon die Absorptionsspectren von Gasen und Flüssigkeiten untersucht worden sind, namentlich im letzten Jahrzehnt, so wenig die der festen Körper, am

Diese Untersuchungen wurden bei den oben genannten Lichtquellen in folgender Weise ausgeführt.

Die Dünnschliffe normal zu einer der drei Elasticitätsaxen wurden mit Stanniol bezogen, und in dieses an einer am besten geeigneten Stelle des Schliffes parallel einer der zwei in der Schlifffläche liegenden Elasticitätsaxen ein 0,5 mm breiter Spalt geschnitten. Das Präparat wurde dann unmittelbar mit der von Stanniol bedeckten Seite vor den Spalt eines grösseren Spectroskopes mit Wachs gekittet, so dass die der Spalte parallele Elasticitätsaxe der brechenden Kante des Prisma parallel war, und nur Licht, welches durch die Krystalllamelle gegangen war, auf das brechende Prisma einfallen konnte.

Zwischen Präparat und Lichtquelle, möglichst dicht an ersterem, wurde ein um seine Längsaxe um 90⁰ drehbarer Nicol so eingestellt, dass sein Hauptschnitt bei der einen Stellung parallel, bei der anderen normal zum Spalt des Spectroskopes, also auch zu einer der Elasticitätsaxen der Krystallplatte stand, und dass seine Drehungsaxe die Fortsetzung der Axe des Collimatorrohres des Spectroskopes war.

Zur Fixirung der Absorptionsspectra wurde die von seitwärts ganz schwach beleuchtbare, vom fixirten Prisma reflectirte, photographirte Scala*) benutzt. Auf dieselbe waren zuvor die hauptsächlichsten Spectrallinien der Alkalien und alkalischen Erden (Fig. 1, Taf. XI) und das Sonnenspectrum mit den deutlichsten Fraunhofer'schen Linien (Fig. 2, Taf. XI) fixirt worden.

Bei der Untersuchung der Absorptionsspectra ist es ausserdem erwünscht, dieselben mit dem continuirlichen Spectrum in unmittelbarem Contrast zu vergleichen, besonders um zu sehen, in welchem Grade die durch den Krystall gehenden Lichtstrahlen verschiedener Wellenlängen geschwächt werden.

Den halben Spalt mit weissem Lichte zu bestrahlen, wie es gewöhnlich geschieht, ist bei der grossen Schwächung fast aller durch den Krystall gehenden Lichtstrahlen nicht zweckmässig, weil das hellleuchtende breite continuirliche Spectrum das Auge stark blendet und für das lichtschwache Absorptionsspectrum wenig empfindlich macht.

Sehr gut erreicht man aber diesen Vergleich, wenn man entweder

a. in die Mitte des Spaltes einen solchen Theil des Schliffes bringt, in

---

wenigsten die der Krystalle, namentlich nach bestimmten Richtungen im polarisirten Lichte. Photometrische Messungen des Grades der Absorption des parallel den Elasticitätsaxen schwingenden Lichtes liegen, soweit ich die Literatur hier überblicken kann, nur von Beer (Pogg. Ann. 1851, **84**, 37) für den Cordierit und von Hagen (Pogg. Ann. 1859, **106**, 33) für Kaliumeisencyanid und Rauchquarz vor.

*) An dem Vierordt'schen Apparat s. u. war diese Scala ersetzt durch einen beleuchteten beweglichen Schlitz mit Scala.

welchem ein ganz feiner Sprung die Krystalllamelle quer zum Spalte durchsetzt, oder

b. indem man (s. o. S. 445) auf den Beleuchtungsspiegel directes Sonnenlicht fallen lässt, so dass der Krystall gleichzeitig von diffusem Himmelslichte und von einem ganz schmalen intensiven Lichtbündel directen Sonnenlichtes getroffen wird, oder am besten

c. wenn man sich des nach K. Vierordt's Angaben [15]) construirten Spectralapparates bedient.

In beiden ersten Fällen, die jeder Mineraloge leicht ausführen kann, erhält man mitten im Absorptionsspectrum ein ganz schmales continuirliches Spectrum, welches in ersterem Falle noch weniger blendend wirkt, als im zweiten Falle. Schon so sieht man ganz gut, welche Lichtstrahlen im Krystall ganz absorbirt und welche nur geschwächt werden, und wie viel ungefähr die Schwächung beträgt.

Der von mir benutzte Vierordt'sche Spectralapparat ist von Schmidt und Hänsch in Berlin construirt und zeigt, selbst gegen den trüben Himmel gerichtet, sehr zahlreiche und scharfe Fraunhofer'sche Linien und ziemlich starke Zerstreuung des Lichts.

Bei demselben besteht bekanntlich der Spalt aus zwei genau übereinander liegenden, in der Mitte des Gesichtsfeldes des Beobachtungsfernrohrs zusammenstossenden, von einander unabhängigen Hälften, denen man gleiche Breite und somit den zugehörigen Spectren gleiche Helligkeit geben kann, die man aber auch durch Mikrometerschrauben (mit graduirten Trommeln und Nonius zur Ablesung der Drehung und der in Millimetern gemessenen Spaltweite) unabhängig von einander erweitern und verengern kann, so dass man die Lichtintensität der beiden Spectren, welche den bekannten Spaltweiten oder den Drehungswinkeln der Schrauben proportional sind, gegen einander abschwächen kann. Es ist somit möglich, für jede Stelle des sichtbaren Spectrum (Wellenlänge), welche man durch einen Schieber mit Schlitz im Ocular des Beobachtungsfernrohrs gegen alle Nebenfarben abblenden kann, die Lichtintensität des continuirlichen Vergleichs-Spectrum durch Verengung der zugehörigen Spalthälfte gleich der Lichtintensität derselben Stelle des darüberliegenden Absorptionsspectrum zu machen und die Lichtintensität nach dem Durchgange durch die Krystalllamelle ausgedrückt in Procenten derjenigen vor dem Durchgange zu messen, nach der von Vierordt genau beschriebenen Methode, die hier als bekannt vorausgesetzt werden muss.

Zu diesem Zwecke muss aber die Krystalllamelle in oben angedeuteter

---

15) Die Anwendung des Spectralapparates zur Photometrie der Absorptionsspectra, Tübingen 1873. — Poggend. Ann. 1870, **140**, 172; 1874, **151**, 119; N. F. 1878, **3**, 357. Quantitative Spectralanalyse in ihrer Anwendung auf Physiologie, Physik, Chemie und Technologie; Tübingen 1876.

Weise so vor die eine Hälfte des Spaltes des Spectroskopes befestigt werden, dass sie ganz und nur diese Hälfte bedeckt, d. h. dass ihre Grenze genau mit der Berührungslinie beider Spalthälften zusammenfällt und dass durch die bedeckte Spalthälfte kein Nebenlicht hindurch geht. Das Gesichtsfeld des Spectroskopes zeigt dann bei gleich weiten Spalten — die stets angewendete Spaltweite war 0,2 mm — in der einen Hälfte nur das Absorptionsspectrum der Krystalllamelle und in der anderen das continuirliche Spectrum oder richtiger gesagt, das Absorptionsspectrum einer mit der Krystalllamelle gleich dicken Schicht desjenigen Medium, in welchem sich die Krystalllamelle befindet, denn alle anderen Medien, welche die beiden, von derselben Lichtquelle kommenden, also gleich intensiven Lichtbündel im Apparat bis zum Auge zu durchdringen haben, sind bei beiden ganz dieselben.

Bei den untersuchten Piemontitlamellen war das andere Medium theils Quarz, theils Canadabalsam, deren Lichtabsorption in so dünner Schicht unberücksichtigt gelassen werden darf.

Schwächt man nun die Lichtintensität des continuirlichen Vergleichsspectrum, so kann man ohne Blendung des Auges das Absorptionsspectrum der Krystalllamelle qualitativ und quantitativ mit dem continuirlichen Spectrum vergleichen und die Schwächung des Lichts, bez. die bleibende Intensität, für die verschiedenen Wellenlängen im Piemontit in Procenten der angewendeten Lichtintensität ausgedrückt bestimmen, wie es für die drei Absorptionsspectra auf Tafel XI, Fig. 3, 4, 5 und auf Tafel XII, Fig. 4 der Uebersichtlichkeit wegen graphisch dargestellt ist.

Auch bei diesen Bestimmungen der Lichtintensitäten war es ganz gleichgiltig, ob Gaslicht oder Reflexlicht einer hellen Wolke als Lichtquelle benutzt wurde. In beiden Fällen erhielt ich nicht nur gleiche Procente der angewendeten Lichteinheit*), sondern auch gleiche Ausdehnung der Absorptionsspectra.

Für welche Wellenlänge die Intensitätsbestimmungen ungefähr erfolgten, ist aus der graphischen Darstellung auf Tafel XII durch Signale in den Intensitätscurven ersichtlich. Die Abscisse giebt die in Procenten der Lichteinheit ausgedrückten Lichtintensitäten, die Ordinate das Sonnenspectrum mit den wichtigsten Fraunhofer'schen Linien und den hauptsächlichsten Spectrallinien der Alkalien und alkalischen Erden in gleichem Massstabe wie auf der Tafel XI.

Aus dem Verlauf dieser Curven ersieht man, dass sich die Absorptionsverhältnisse oft sehr rasch von einer Spectralstelle zur andern ändern.

---

*) Denn nach den Untersuchungen von Bunsen, Beer, Hagenbach u. A. Wüllner, Lehrb. d. Phys. 2, 1875, 225 absorbirt ein und derselbe Körper unter denselben Umständen von einer ihn treffenden Lichtmenge eine der Intensität des Lichtes proportionale Menge.

Diese Aenderung erfolgt aber nicht, wie der Einfachheit wegen die Zeichnung darstellt, sprungweise, sondern durch allmälige Uebergänge.

Alle Intensitätsmessungen wurden vielfach wiederholt, und aus den unter einander immer gut stimmenden Beobachtungen das zur graphischen Darstellung benutzte Mittel genommen.

Die Dicken der absorbirenden Lamellen konnten aus oben erörterten Gründen nur angenähert, nämlich mit Hülfe des Mikroskopes dadurch ermittelt werden, dass man auf der Oberfläche und auf der Unterfläche der Lamelle befindliche mikroskopisch kleine Gegenstände an verschiedenen Stellen der Lamelle auf die grösste Deutlichkeit einstellte und an der Kreistheilung des Kopfes der Mikrometerschraube zum Feineinstellen die Differenz beider Einstellungen, also die Dicke der Lamelle, in Millimetern ausgedrückt, ermittelte, nachdem der Werth eines Schraubenganges auf gleiche Weise an einer, auf ihre Dicke im Sphärometer gemessenen, planparallelen Glasplatte bestimmt worden war.

Die Dicke der benutzten Lamellen betrug danach 0,0663 mm für den Schliff normal zur grössten Elasticität und 0,0695 mm für den normal zur mittleren. Dieser Methode entsprechend können beide Lamellen als gleich dick (0,0679 mm) angesehen werden.

Figur 3 auf Tafel XI und die punktirt gestrichelte Curve auf Tafel XII stellen das Absorptionsspectrum des parallel der grössten Elasticitätsaxe $\mathfrak{a}$ *), Figur 4 auf Tafel XI und die vollgezogene Curve auf Tafel XII das Spectrum des parallel der kleinsten Elasticitätsaxe $\mathfrak{c}$ *) und Figur 5 auf Tafel XI sowie die fein gestrichelte Curve auf Tafel XII dasjenige des parallel der mittleren Elasticitätsaxe $\mathfrak{b}$ **) schwingenden Lichtstrahls dar. Der erstere zeigt die minimale, der zweite die mittlere und der dritte die maximale Schwächung des Lichtes.

Aus diesen graphischen Darstellungen ersieht man, dass die stärker brechbaren und weniger leuchtenden Lichtstrahlen (grün, blau, violett), entweder ganz oder fast ganz absorbirt werden. Im günstigsten Falle gehen vom blauen Lichte $3\frac{1}{2}\%$, vom grünen Lichte 5% hindurch, während die schwächer brechbaren und stärker leuchtenden Lichtstrahlen, namentlich die rothen, in allen Richtungen der Durchstrahlung grössere Lichtintensitäten noch besitzen, bis 15 ja bis 26% in der Nähe der Grenze von Roth nach Orange.

Deshalb erscheint der Piemontit in weissem Lichte immer roth, bald vermischt mit gelbem Lichte, also orange, bald mit blauem Lichte, also granat- bis blauroth.

Der parallel der grössten Elasticitätsaxe $\mathfrak{a}$ schwingende

---

*) Der benutzte Schliff normal zu $\mathfrak{b}$ hatte 0,0695 mm Dicke.

**) - - - - - $\mathfrak{a}$ - 0,0663 - -

Lichtstrahl mit minimaler Absorption enthält noch bis 5% grünes, bis 10% gelbes und bis 26% rothes Licht, sein Spectrum greift beiderseits über die Fraunhofer'schen Linien A und b hinaus und sein Licht erscheint uns orange, weil die gelben Lichtstrahlen für unsere Augen so sehr viel leuchtender sind als die rothen, welche nur ein Drittel so stark absorbirt werden als die gelben. Von den schwachen grünen Lichtstrahlen wird ohne prismatische Zerlegung unser Auge nichts gewahr.

Der parallel der kleinsten Elasticitätsaxe $\mathfrak{c}$ schwingende Lichtstrahl mit mittlerer Absorption enthält nur eben noch Spuren gelben Lichtes, meist nur orange und rothes, bis 16% im Maximum auf der Grenze von Orange und Roth nahe der Fraunhofer'schen Linie C. Sein Absorptionsspectrum bleibt von der Natriumlinie D noch weit ab und greift wenig über die Fraunhofer'sche Linie a hinaus. Seine Farbe erscheint deshalb unserem Auge dunkel pyrop- (blut-) roth.

Der parallel der mittleren Elasticitäts- (Symmetrie-) axe $\mathfrak{b}$ schwingende Lichtstrahl mit maximaler Absorption enthält bis $3\frac{1}{3}$% blaues Licht bei der Fraunhofer'schen Linie F, bis $3\frac{1}{2}$% grünes Licht bei der Linie b, wenig mehr gelbes Licht als der vorhergehende Lichtstrahl parallel $\mathfrak{c}$, und nur bis $14\frac{1}{2}$% orange und rothes Licht. Sein durch einen breiten und ziemlich scharf begrenzten Absorptionsstreifen in zwei Theile getheiltes Absorptionsspectrum umfasst die Spectralbezirke zwischen den Linien B und D (beide nicht ganz erreichend) sowie von $D\ ^2/_3\ E$ bis $F\ ^4/_5\ G$. Dieser Lichtstrahl erscheint uns wegen der mehr blauen und grünen Lichtstrahlen neben weniger rothen als in den beiden erstgenannten Lichtstrahlen schmutzig amethyst-farbig.

Im günstigsten Falle geht also durch eine 0,068 mm dicke Lamelle von Piemontit nur 26% rothes Licht hindurch.

Nach dem von Lambert aufgestellten und von Beer[16]), Hagen[17]) und Anderen durch Versuche geprüften Gesetze schwächt jede folgende Platte von derselben Dicke und unter gleichen Umständen das Licht in demselben Verhältnisse. Bezeichnet I die Intensität des einfallenden Lichtes, I' die des aus der Dickeneinheit austretenden Lichtes, so ist seine Intensität I'' nach dem Austritt aus der durchstrahlten Dicke d

$$I'' = \left(\frac{I'}{I}\right)^d \cdot I$$

Durch eine Platte von 0,136 mm Dicke geht folglich nur noch höchstens 6,76% rothes Licht hindurch, und eine Platte von 0,272 mm Dicke erscheint uns deshalb unter gewöhnlichen Umständen nur für parallel $\mathfrak{a}$ schwingendes rothes Licht eben noch durchscheinend, weil noch 0,46%

16) Pogg. Ann. 1851, **84**, 37 und 1852, **86**, 78.

17) Pogg. Ann. 1859, **106**, 47.

davon hindurch gehen; für alles übrige Licht ist sie schon als undurchsichtig zu bezeichnen, was mit oben angegebenen (s. o. S. 440) Versuchen völlig übereinstimmt.

Lässt man bei vorstehend geschilderten Versuchen den Polarisator fort, so erhält man die den »Flächenfarben« entsprechenden Absorptionsspectra, welche sich immer aus je zwei der dargestellten Spectra zusammensetzen.

Der gelbrothe Dünnschliff normal zu 𝔟 zeigt das aus den Spectren Figur 3 und 4, Tafel XI, der dunkelgranatrothe Dünnschliff normal zu 𝔞 das aus Figur 4 und 5, der dunkel gelbrothe Dünnschliff normal zu 𝔠 das aus Figur 3 und 5 zusammengesetzte Absorptionsspectrum.

Alle Absorptionsbeobachtungen finden am kürzesten durch diese Absorptionsspectra ihre Erklärung; ich will deshalb mit Worten nur auf einige bei den stauroskopischen Untersuchungen an einer Platte parallel der Symmetrieebene hervortretenden Erscheinungen aufmerksam machen, weil man dieselben an den nicht, oder nur schwach, pleochromatischen Substanzen nicht gewöhnt ist.

In homogenem rothem (*Li*) polarisirten Lichte (ohne Analysator) ist das Gesichtsfeld bei allen Lagen der Platte roth und die Unterschiede der Intensität des Lichtes gering. Bei Schwingung des Lichtes parallel der Elasticitätsaxe 𝔠 — Lage *C* — ist das Gesichtsfeld etwas dunkler als parallel der Axe 𝔞 — Lage *A*. — Erst in dem nach dem Gelb zu liegenden Orange werden die Absorptionsunterschiede in beiden Lagen deutlicher. Das sieht man besonders gut, wenn man den Schliff von den verschiedenen Theilen des Sonnenspectrum bestrahlen lässt.

Schaltet man eine senkrecht zur optischen Axe geschliffene Calcitplatte unter dem Analysator ein, so erscheint in beiden Lagen *A* und *C* das Interferenzbild des Calcit ungestört, in der Lage *A* aber deutlicher und schärfer als in der Lage *C*, weil in ersterer 75%, in letzterer 86% des einfallenden Lichtes absorbirt werden. Die stauroskopischen Messungen werden deshalb am besten in der Lage *A* ausgeführt, was auch schon Klein (9) für den Pistazit angiebt.

Bei Anwendung des gelben (*Na*-) Lichtes ohne Calcitplatte und Analysator sind dagegen die Absorptionsunterschiede sehr auffallend. Bei Abblendung alles nicht homogenen Nebenlichtes ist das Gesichtsfeld in Lage *C* ganz dunkel und hat in Lage *A* die maximale Helligkeit. Dass aber auch in dieser Lage vom Natriumlicht durch die Krystalllamelle viel (fast 93%) absorbirt wird, ersieht man an der Farbe der Lamelle, wo dieselbe Sprünge hat. Diese erscheinen hellgelb in der Farbe der Natriumflamme auf gelblichgrauem Grunde.

Bei Einschaltung der Calcitplatte und des Analysators erscheint das Interferenzbild des Calcit nicht vier Mal bei Drehung der Piemontitplatte um 360°, sondern nur zwei Mal, nämlich in der Lage *A*. In der Lage *C* ist

das Gesichtsfeld ganz dunkel selbst in den dünnsten Schliffen, vorausgesetzt, dass nicht durch feine Sprünge im Schliffe Licht hindurch gelassen wird.

Im grünen (*Tl*-) Lichte ist der Dünnschliff in der Lage *C* schwarz, dagegen in der Lage *A* nicht grün, sondern auffallender Weise ganz schwach röthlichgrau. Die Annahme, diese röthliche Färbung sei eine Contrasterscheinung gegen das leuchtende grüne Gesichtsfeld, erweist sich als unrichtig, sobald man das Gesichtsfeld ganz mit einer sprunglosen Krystalllamelle deckt. Es bleibt die röthliche Farbe. Die Vermuthung, es könne die Substanz Fluorescenz zeigen, ergiebt sich bei Bestrahlung mit grünen Theilen des Sonnenspectrum und bei Abhaltung alles Nebenlichtes auch als falsch.

Die röthliche Färbung bei der Bestrahlung mit grünem Lichte kann also nur davon herrühren, dass das in der Lage *A* den Krystall durchdringende Thalliumlicht sehr stark (99%) absorbirt wird, und dass mit demselben etwas weisses Nebenlicht von der Flamme ausgestrahlt wird, so dass das durch den Krystall gehende rothe und gelbe Nebenlicht nicht nur das grüne neutralisirt, sondern noch in geringem Ueberschusse vorhanden ist und den Dünnschliff schwach roth erscheinen lässt.

Die Richtigkeit dieser Annahme kann man durch folgenden Versuch nachweisen. Untersucht man die Thalliumflamme spectroskopisch, so wird man bei den besten Thalliumpräparaten ausser der grünen Linie immer noch ein mattes continuirliches Spectrum und die Natriumlinie sehen, weil von jeder sogenannten nicht leuchtenden Flamme des Bunsen'schen Brenners, schon wegen des Staubes im Zimmer, immer noch etwas weisses und Natriumlicht ausgestrahlt wird. Denn so bald man aus der mit Thallium gefärbten Flamme, auf welche man das Spectroskop gerichtet hat, die Thalliumperle herauszieht, bleibt das vorhin beobachtete continuirliche Spectrum und die Natriumlinie in gleichem Grade noch sichtbar und die mit einer sogenannten nicht leuchtenden Gasflamme bestrahlte Piemontitlamelle erscheint ähnlich matt röthlich wie bei der Bestrahlung mit dem Thalliumlichte.

Das Interferenzbild der Calcitplatte erscheint bei Thalliumlicht nur in den Lagen *A* ganz matt auf dem röthlich grauen Grunde, sonst ist das Gesichtsfeld dunkel.

Alles Licht mit kleinerer Wellenlänge wird in allen Lagen ganz absorbirt, für dasselbe ist das Gesichtsfeld mithin immer dunkel.

In weissem Lichte erscheint das Interferenzbild des Calcits in der Lage *C* des Dünnschliffes wie im homogenen rothen Lichte, in der Lage *A* ist das Gesichtsfeld orangeroth und alle Ringe sind nach innen dunkelroth nach aussen schwach grün gefärbt.

c. Einige Beobachtungen über die Beziehungen zwischen den Elasticitätsaxen und der Absorption des Lichtes.

Nennt man im Folgenden — nur des kürzeren Ausdruckes wegen — diejenigen Richtungen im Krystall, welche gegen einander den verschiedensten Grad und Art der Absorption und mithin die grössten Farbenunterschiede zeigen, die »Axen der Absorption«, so fragt es sich: Wie liegen diese »Axen der Absorption« zu den optischen Elasticitätsaxen d. h. zu den Richtungen der extremsten Elasticität oder den verschiedenen Geschwindigkeiten des Lichtes?

Wohl allgemein hat man nämlich die Absorption mit der Elasticität in allernächste Verbindung zu bringen gesucht[18].

Babinet[19] hat schon 1831 diese Beziehungen durch die nach ihm benannte »Regel«: Alle negativ-doppelbrechenden Krystalle lassen vorzugsweise den ausserordentlichen Strahl hindurch, und alle positiven den ordentlichen«, auszudrücken gesucht.

Später hat man dieser Regel den kürzeren Ausdruck gegeben: »Der stärker gebrochene Lichtstrahl wird stärker absorbirt« (d. h. in negativen der ordentliche, in positiven der ausserordentliche), oder »einer Zunahme der Geschwindigkeit des Lichtstrahls in Krystallen ist ceteris paribus eine Zunahme der Intensität, also eine Abnahme der Absorption zugeordnet«[20].

Allein schon Babinet erkannte bald Ausnahmen von dieser Regel[21], welche sich durch spätere Beobachtungen sehr stark vermehrt haben.

Zu solchen Ausnahmen gehört auch sowohl der Pistazit wie der Piemontit. Bei denselben wird zwar der parallel der grössten Elasticität $\mathfrak{a}$ schwingende, also am schwächsten gebrochene Lichtstrahl am wenigsten absorbirt, allein der parallel der kleinsten Elasticität $\mathfrak{c}$ schwingende, also am stärksten gebrochene Strahl wird schwächer absorbirt als der parallel $\mathfrak{b}$ schwingende mit mittlerem Brechungsvermögen und maximaler Absorption.

Durch zahlreiche Versuche ist wohl hinreichend festgestellt worden, dass bei den optisch einaxigen und bei den rhombisch krystallisirten Medien die »Axen der Absorption« senkrecht zu einander stehen und mit den Elasticitätsaxen in der Richtung sich decken, sowie dass die in Richtungen zwischen je zwei oder drei Elasticitätsaxen stattfindenden Absorptionen oder auftretenden Farben zwischen denjenigen der Componenten liegen, und dass, je näher diese Richtung einer der »Absorptionsaxen« liegt, die stattfindende Absorption um so näher derjenigen dieser Axe liegt.

---

18) Groth, Phys. Krystallogr. 1876, 122.

19) Pogg. Ann. 1831, **23**, 447.

20) Beer, Pogg. Ann. 1851, **82**, 429.

21) Pogg. Ann. 1837, **41**, 117 und 1839, **46**, 479.

Es folgen mithin die Absorptionen wie die Elasticitäten den allgemeinen krystallographischen Symmetriegesetzen.

Dasselbe Verhältniss zwischen den Axen der Absorption und der Elasticität ist nun, wie es scheint, als selbstverständlich für alle optisch-zweiaxigen Medien, also auch für monokline und trikline Krystalle angenommen worden, wenn es auch nicht immer besonders ausgesprochen wird*).

Theoretisch möglich ist diese Annahme, aber durchaus nicht nothwendig. Wir wissen nämlich, dass die optischen Symmetrieverhältnisse von den krystallographischen beherrscht werden.

Wir dürfen mithin annehmen, dass bei den monoklinen Krystallen eine der »Absorptionsaxen« ebenso wie eine der Elasticitätsaxen für alle Lichtarten und Temperaturen mit der einzigen Symmetrieaxe zusammenfallen muss, und dass die beiden anderen »Absorptionsaxen« wie die beiden anderen Elasticitätsaxen in die Symmetrieebene fallen müssen, aber innerhalb derselben für jede Wellenlänge und Temperatur eine beliebige Lage haben können. Es ist deshalb möglich, dass in monoklinen Krystallen diese beiden innerhalb der Symmetrieebene liegenden »Absorptionsaxen« in ihrer Richtung unabhängig von der Lage der daselbst befindlichen Elasticitätsaxen sind. Es muss eben durch Versuche festgestellt werden, wie die »Absorptionsaxen« zu den Elasticitätsaxen liegen, und ob sie normal zu einander stehen, wie es erfahrungsmässig für die Elasticitätsaxen angenommen werden muss.

In triklinen Krystallen ist bekanntlich die Lage der drei zu einander normalen Elasticitätsaxen ganz unabhängig von der Krystallform, es können deshalb theoretisch die drei »Absorptionsaxen« in ihrer Lage ebenfalls ganz unabhängig nicht nur von der Krystallform, sondern auch von der Lage der Elasticitätsaxen sein.

An sehr stark pleochromatischen Krystallen, wie der Manganepidot ist, kann sich vielleicht diese Frage nach der Lage der »Absorptionsaxen« zu den Elasticitätsaxen experimentell beantworten lassen.

Ein Schliff parallel der Symmetrieebene ist hierzu unbrauchbar, weil ein zu dieser normaler Lichtstrahl stets in zwei Strahlen zerlegt wird, deren Schwingungen den beiden Elasticitätsaxen in dieser Ebene parallel erfolgen. Man erhält stets die diesen Axen entsprechenden Axen- oder Flächenfarben.

Will man also die Absorptionsfarbe eines Strahles — nennen wir dieselbe im Gegensatz zu den sogenannten Axenfarben die »Richtungsfarbe« — erhalten, dessen Schwingungen innerhalb der Symmetrieebene diagonal zu den in derselben liegenden Elasticitätsaxen stattfinden, so muss man sich

---

*) Haidinger, Pogg. Ann. 1845, **65**, 1; 1849, **76**, 108.
Beer, Pogg. Ann. 1851, **82**, 429.
Grailich, Krystall.-opt. Untersuch. 1858, 52 ff
Groth, Phys. Krystallogr. 1876, 121 ff.

Platten schleifen, welche zugleich dieser diagonalen Richtung und der Symmetrieaxe parallel gehen, und dieselben senkrecht mit polarisirtem Lichte bestrahlen, dessen Schwingungen in der Symmetrieebene stattfinden, oder mit gewöhnlichem Lichte, um die dieser »Richtungsfarbe« entsprechende Flächenfarbe zu erhalten.

Am einfachsten wäre für diese Untersuchungen ein aus einem nach der Symmetrieaxe säuligen Krystall genau parallel dieser Axe geschliffener, durchsichtiger Cylinder, dessen krystallographische Orientirung bekannt wäre. Bestrahlte man denselben senkrecht zu seiner Axe mit polarisirtem Lichte, dessen Schwingungen in der Symmetrieebene stattfinden, und drehte ihn um seine Axe, so würde man nach und nach alle gesuchten »Richtungsfarben« erhalten, ferner ersehen, bei welcher Stellung die extremsten Absorptionen (Farbenverschiedenheiten) eintreten, und messen können, welche Winkel diese Richtungen — d. h. die »Absorptionsaxen« mit den Elasticitäts- und Krystallaxen einschliessen.

Diese Methode konnte wegen der starken Lichtabsorption beim Piemontit nicht angewendet werden; der Cylinder hätte nur 0,07 mm Durchmesser haben dürfen, um deutliche Farbenerscheinungen zu zeigen.

Ich musste deshalb eine andere Methode befolgen, welche von der folgenden Betrachtungsweise ausging.

Wenn ich eine stark pleochromatische, durchsichtige Lamelle eines monoklinen Krystalls normal zu einer der in der Symmetrieebene liegenden Elasticitätsaxen mit weissem Lichte senkrecht bestrahle, sei es gewöhnliches, sei es polarisirtes Licht, dessen Schwingungen senkrecht zur Symmetrieaxe stattfinden, so wird die Lamelle die dieser Axe entsprechende Flächen- oder Axenfarbe zeigen. Drehe ich nun die Lamelle bei allen sonst unveränderten Umständen um die in der Lamelle liegende verticale Symmetrieaxe um mehrere Grade bald nach rechts bald nach links, so wird sich die Absorption, also auch die Farbe mit der Drehung ändern und zwar, wenn die »Absorptionsaxen« mit den Elasticitätsaxen zusammenfallen, gleich, ob ich denselben Grad der Drehung nach rechts oder links ausführe.

Fallen dagegen die »Absorptions-« und die Elasticitätsaxen nicht zusammen, so wird nach rechts eine andere Farbe eintreten als nach links.

Macht man diesen Versuch bei einer Piemontitlamelle senkrecht zur kleinsten Elasticität $\mathfrak{c}$, so ist bei senkrechter Bestrahlung (s. o. S. 445) die Flächenfarbe dunkelgelbroth, die »Richtungsfarbe« (in diesem Falle Axenfarbe $\mathfrak{a}$) hellorange. Drehe ich nun den Schliff nach rechts, dem Zeiger einer Uhr entgegen, so wird die Flächen- und »Richtungsfarbe« bis zur Drehung von 20 Grad immer gelber — erstere orangegelb, letztere hellgelb —; drehe ich dagegen nach links, so werden beide Farben immer rother — erstere pyroproth, letztere pyrop- bis orangeroth. —

Es fallen mithin beim Manganepidot die Richtungen der verschiedenartigsten Elasticität und Absorption nicht zusammen, wie bisher angenommen, mit einziger Ausnahme bei der Symmetrieaxe.

Ganz analoge Erscheinungen zeigt beim Piemontit ein Schliff senkrecht zur grössten Elasticität $\mathfrak{a}$. Bei senkrechtem Einfallen des Lichts ist die Flächenfarbe dunkelgranatroth, die »Richtungsfarbe« (hier Axenfarbe $\mathfrak{c}$) dunkelpyroproth (s. o. S. 445). Bei Drehung des Schliffes um etwa 20 Grad nach rechts wird das Roth immer blauer, die Flächenfarbe blauroth, die »Richtungsfarbe« blauroth bis granatroth. Bei gleichem Grad der Drehung des Schliffes nach links wird das Roth immer gelber: Flächenfarbe pyrop- bis granatroth, »Richtungsfarbe« pyrop- bis orangeroth.

Die Richtungen der verschiedenartigsten Farben — »Axen der Absorption« in der Symmetrieebene scheinen danach beim Piemontit senkrecht zu einander zu liegen und bilden mit den in derselben Ebene liegenden Elasticitätsaxen einen Winkel von ungefähr 20 Grad.

Diese und die folgenden Winkelangaben konnten nur angenähert in der Weise ausgeführt werden, dass auf den Krystallträger eines Fernrohrgoniometers, in dessen Collimator ein Nicol mit horizontalem Hauptschnitte eingeschaltet werden konnte, und dessen Beobachtungsfernrohr in die gerade Fortsetzung des Collimator gebracht war, die Krystalllamelle so justirt und centrirt wurde, dass die Symmetrieaxe die verticale Drehungsaxe war.

Bei dem langsamen Uebergange einer Farbe in die andere, bei der Unsicherheit der Farbenschätzung, bei dem weiten Abstand des Fernrohrs und Nicols von der Krystallplatte*), ist an eine genaue Einstellung und Winkelablesung nicht zu denken.

Mittelst dieser Methode wurden folgende Resultate gewonnen, welche man auf den oben besprochenen Cylinder parallel der Symmetrieaxe übertragen kann, vergl. Figur 2, Tafel XII:

I. bildet der durch diesen Cylinder gehende Lichtstrahl mit der Elasticitätsaxe $\mathfrak{a}$ einen Winkel von x Grad, so ist bei einer Drehung des Cylinders von links nach rechts, in der Richtung des Pfeiles:

II. seine Flächenfarbe in gewöhnlichem Lichte:

III. seine »Richtungsfarbe« in polarisirtem, in der Symmetrieebene schwingendem Lichte:

*) Um dieselbe um ihre Symmetrieaxe drehen zu können.

I	II	III
	Blau im Roth nimmt zu:	
0° (Elasticitätsaxe $\mathfrak{a}$)	dunkelgranatroth	dunkelpyroproth
7° (Krystallaxe c)	granat- bis blauroth	bläulichgranatroth
20°	blauroth	blau- bis granatroth
	(Maximum des Blau im Roth.)	
	Blau im Roth nimmt ab:	
33° (Normale zu oP)	granat- bis blauroth	bläulichgranatroth
51° (ungefähr optische Axe)	pyrop- bis granatroth	pyroproth
60°	pyroproth	pyrop- bis orangeroth
	Gelb im Roth nimmt zu:	
77°	pyrop- bis orangeroth	orange- bis pyroproth
90° (Elasticitätsaxe $\mathfrak{c}$)	dunkelgelbroth	hellorange
110°	orangegelb	hellgelb
	(Maximum des Gelb im Roth.)	
	Gelb im Roth nimmt ab:	
122° (Krystallaxe a, ungefähr opt. Axe)	dunkelorange bis braunroth	dunkelorange
144°	pyrop- bis granatroth	dunkelorange bis pyroproth
160°	dunkelgranatroth	pyrop- bis orangeroth
180° (Elasticitätsaxe $\mathfrak{a}$)	dunkelgranatroth	dunkelpyroproth
	u. s. w.	

Das Maximum des Blau liegt hiernach zwischen der Elasticitätsaxe $\mathfrak{a}$ (II. Mittellinie) und der auf der Basis $oP(001)$ austretenden optischen Axe, das Maximum des Gelb zwischen der Elasticitätsaxe $\mathfrak{c}$ (I. Mittellinie) und der auf dem Orthopinakoid $\infty \bar{P} \infty (100)$ austretenden optischen Axe.

Dies drückt sich auch in der Färbung des Gesichtsfeldes bei Beleuchtung der Dünnschliffe mit convergentem Lichte aus und namentlich bei Hervorrufung der Interferenzbilder, welche in den Figuren 9 bis 13 auf Tafel XI in derselben Reihe folgen, wie die in vorstehender Tabelle aufgeführten Flächen- und »Richtungsfarben«.

Die Interferenzbilder normal zur Elasticitätsaxe $\mathfrak{a}$ (Fig. 9) und zur optischen Axe von $oP(001)$ (Fig. 10) kehren einander ihre blaurothen Hälften zu, die Interferenzbilder senkrecht zur Elasticitätsaxe $\mathfrak{c}$ (Fig. 12) und normal zur optischen Axe von $\infty \bar{P} \infty (100)$ (Fig. 13) ihre gelbrothen Hälften.

Diese stets in der Ebene der optischen Axen in genannter Gesetzmässigkeit aus gelbroth in blauroth verlaufende Färbung des Gesichtsfeldes ist eben wegen dieser Gesetzmässigkeit in vielen zu diesem Zwecke gemachten Schliffen und wegen der untersuchten Planparallelität der benutzten Schliffe nicht, wie zuerst geglaubt, die Folge von keilförmigen Dünnschliffen. Ebenso wenig kann dieselbe als eine Erscheinung der geneigten Dispersion der Mittellinien gedeutet werden, weil sie nur bei der einen Mittellinie dem Sinne der Dispersion folgt, bei der andern entgegengesetzt ist. Diese

Färbung veranlasste mich, die Absorption des Piemontit näher zu untersuchen, und führte schliesslich nach manchem vergeblich eingeschlagenen Wege zu den in umgekehrter Folge mitgetheilten Resultaten.

Zum Anfertigen von zwei Schliffen genau senkrecht zu den »Absorptionsaxen« fehlte mir schliesslich das Material. Diese Schliffe müssten in convergentem Lichte ein zur Symmetrieaxe wie zur Ebene der optischen Axe symmetrisch gefärbtes, an $oP(001)$ bläulichrothes, an $\infty P\infty(100)$ orangegelbes Gesichtsfeld zeigen mit dem excentrischen Interferenzbilde eines Axenaustrittes. Schliffe, welche durch Zufall dieser Richtung nahe gekommen sind, entsprechen auch mehr oder weniger gut dieser Anforderung.

Lässt man bei den in obiger Tabelle mitgetheilten Absorptionsversuchen das polarisirte Licht parallel der Symmetrieaxe schwingen, so bekommt man bei allen Richtungen der Lamellen die dieser Elasticitätsaxe entsprechende dunkel amethystrothe Farbe. Dieselbe ändert sich nur etwas, wenn der Lichtstrahl mehr oder weniger in der Richtung einer der optischen Axen den Krystall durchläuft. So zeigt z. B. der Schliff, welcher das Interferenzbild Figur 10, Tafel XI giebt, die Flächenfarbe: pyroproth bis granatroth, und das Dichroiskop zerlegt dieselbe in die »Richtungsfarben« pyroproth (bei Schwingungen parallel der Symmetrieebene) und granatroth statt dunkel amethystroth (bei Schwingungen parallel der Symmetrieaxe). Wegen des Nichtzusammenfallens der optischen Axen für alle Lichtarten kann eine völlige Uebereinstimmung dieser drei Farben niemals eintreten. An meinen Dünnschliffen von Piemontit mehr oder weniger genau normal zu einer der beiden optischen Axen ist es mir trotz des starken Pleochroismus auf keine Weise gelungen, die Haidinger'schen Polarisationsbüschel aufzufinden, so dass ich diese Erscheinung mit meinen Absorptionsuntersuchungen auch nicht in Beziehung bringen konnte.

Aus Mangel an Lamellen von grünem Pistazit, genau senkrecht zu den beiden Mittellinien, ist es mir bis jetzt nicht möglich gewesen, die am Piemontit unter so schwierigen und deshalb weniger sicheren Umständen gewonnenen Resultate am Pistazit zu controlliren. Dass auch bei dieser Epidotart die »Absorptionsaxen« nicht mit den Elasticitätsaxen zusammenfallen, glaube ich aus der von Klein (9) besonders und mehrfach betonten Färbung des Gesichtsfeldes der Pistazitlamellen in convergentem Lichte bei Hervorrufung der Interferenzbilder, welche ganz analog, nur natürlich in anderen Farben, stattfindet, mit Sicherheit entnehmen zu dürfen (9)*).

---

*) S. 13: »Eine Platte senkrecht zu $\mathfrak{a}$ geschnitten, zeigt das an $oP(001)$ gelegene Ringsystem in hellgrünlichem Grundton, dagegen ist das an $P\infty(\bar{1}01)$ gelegene System in einem bräunlichen Grundton gelegen.« Ebenso S. 14: eine Platte senkrecht zu $\mathfrak{c}$, und S. 10 und 11: Platten normal zu den optischen Axen. »Es sind diese beiden verschiedenen Grundtöne zur Erkennung der zwei Axenbilder ihrer Lage nach wichtig.«

Sobald ich mir das nöthige zuverlässige Beobachtungsmaterial habe verschaffen können, werde ich an anderen monoklinen pleochromatischen Krystallen, besonders am Pistazit, die obigen am Piemontit gemachten Untersuchungen mit verbesserten Messungsmethoden durchführen.

Aus obigen Untersuchungen geht somit hervor:

1) Dass die zwei zu einander wohl normalen Richtungen der verschiedenartigsten Absorption innnerhalb der Symmetrieebene monokliner Krystalle nicht mit den zwei daselbst auf einander senkrechten Richtungen der verschiedensten Elasticität zusammenzufallen brauchen, und

2) Dass Lichtstrahlen, welche mit gleicher Geschwindigkeit monokline (und auch wohl trikline) Krystalle durchlaufen, unter Umständen ungleiche Absorption erleiden können.

Man darf mithin eine Theorie der Absorption nicht blos auf die Elasticität gründen wollen.

d. Interferenzbilder des Piemontit.

v. Lasaulx, Bertrand und Klein[22] haben fast gleichzeitig Methoden angegeben, das Mikroskop mit parallelem Lichte in ein Polarisationsinstrument mit convergentem Lichte zur Erzeugung der Interferenzbilder in Dünnschliffen von Krystallen umzuwandeln.

Alle drei Methoden sind an meinem Mikroskope ausführbar. Nach meinen Erfahrungen hat jede ihre Vorzüge und ihre Nachtheile. Die Methoden von v. Lasaulx und Klein geben, mit einfachsten Mitteln und rasch an allen Instrumenten ausführbar, zwar sehr scharfe aber auch sehr kleine Bilder unter Verlust des Fadenkreuzes. Bertrand's Methode behält das letztere, giebt grössere aber weniger scharfe Bilder und die Umwandlung des Instrumentes ist nicht so schnell auszuführen.

Die von Hartnack für mein Instrument erdachte Construction, die sich sonst sehr empfiehlt, verstärkt die Convergenz der Lichtstrahlen durch zwei Linsen über dem Polarisator in der von v. Lasaulx und Bertrand angegebenen Weise, gestattet durch Anziehen eines federnden Stiftes die leichte Herausnahme und richtige Wiedereinfügung des Ocularrohres, welches sich im Tubus durch Zahn und Trieb mit dem Analysator — aber ohne Objectivlinsen — erheben und senken lässt. An die Stelle des Diaphragma am unteren Ende des Ocularrohrs wird die »Bertrand'sche Linse« eingeschaltet und das Ocularrohr mit Ocularlinsen, also auch mit Fadenkreuz oder Mikrometer, wieder in den Tubus eingefügt und nach Bedürfniss gehoben.

22) Jahrbuch für Min. 1878, 377. — Bull. d. l. soc. min. de France 1878, 27. — Nachrichten d. k. Ges. d. Wiss. in Göttingen 1878, 461. — Diese Zeitschr. **2**, 256, **3**, 644.

Das grösste Gesichtsfeld, scharfe und zugleich stark vergrösserte Interferenzbilder aber bei Verlust des Fadenkreuzes erhält man bei Vereinigung der beiden Methoden von Bertrand und v. Lasaulx*). Durch Heben der »Bertrand'schen Linse« kann man das nach v. Lasaulx erzeugte, augenanstrengende Interferenzbild stark vergrössern bis zu einem gewissen Grade ohne der Schärfe des Bildes wesentlichen Abbruch zu thun. Die Interferenzbilder werden trotz der Dünne der Lamellen ebenso schön wie im Fuess'schen Polarisationsinstrumente. Das Gesichtsfeld ist sehr gross, denn bei Krystallen mit scheinbaren Axenwinkeln von 120° (Topas) liegen die Axenaustritte noch etwas von der Peripherie des Gesichtsfeldes entfernt. Braucht man das Fadenkreuz oder Mikrometer, so setzt man ein Ocularsystem ein, hebt das Ocularrohr und hat nun die Bertrand'sche Methode. Schaltet man dagegen die »Bertrand'sche Linse« aus, so hat man die v. Lasaulx'sche Methode.

Diese neue Methode mit Objectiv Nr. 9 wurde bei den folgenden Untersuchungen angewendet, sie erfordert sehr dünne Deckgläschen, weil man die Objectivlinsen dem Schliffe sehr nahe bringen muss. In der Absicht, recht scharf einzustellen, zerdrückt man deshalb leicht Deckglas und Schliff.

Je dünner die Schliffe sind, um so deutlicher in Farbe und Zeichnung werden die Interferenzbilder des Piemontit.

Schliffe normal zu der an der Klinoaxe *a* liegenden Elasticitätsaxe zeigen die in Figur 12 in Hyperbelstellung (Ebene der optischen Axen 45° zu den Hauptschnitten der Nicols) und in Figur 11 in Kreuzstellung (Ebene der optischen Axen parallel mit den Hauptschnitten der Nicols) dargestellten Interferenzbilder. Eine unter dem Analysator beweglich eingeschaltete Quarzplatte zeigt, dass die zu diesen Platten normale Mittellinie die Axe der kleinsten Elasticität $\mathfrak{c}$ ist.

Schliffe normal zu der an der Verticalaxe *c* liegenden Elasticitätsaxe zeigen, matter und undeutlicher, das in Fig. 9 in Hyperbelstellung wiedergegebene Interferenzbild. Die Quarzplatte zeigt, dass die zu diesen Platten normale Bisectrix die Axe der grössten Elasticität $\mathfrak{a}$ ist.

Trotz der Grösse des Gesichtsfeldes zeigt keine Platte den Austritt der Axen in Luft, wohl wie beim Pistazit in Folge des hohen mittleren Brechungsvermögens und des grossen wirklichen Axenwinkels, so dass die in der Richtung der optischen Axen den Krystall durchsetzenden Lichtstrahlen an der Grenze total reflectirt werden.

Da sich die in den Figuren 9, 11 und 12 dargestellten Interferenzbilder in derselben Weise, nur deutlicher, bei dünneren Platten zeigen und da in

*) Eingeschaltet in das Instrument werden über dem Polarisator die beiden Linsen zur Erzeugung stark convergenten Lichtes, das Objectivsystem Nr. 7, oder bei sehr dünnen Krystalllamellen Nr. 9, die »Bertrand'sche Linse« und der Analysator, — kein Ocularsystem.

Figur 11 und 12 die ersten Curven um die Axenaustritte dem Mittelpunkte des Gesichtsfeldes näher liegen als in Figur 9, ist die Annahme wohl gerechtfertigt, dass die Axe der kleinsten Elasticität c die erste Mittellinie ist.

Die Richtigkeit dieser Annahme wird erhärtet durch die Interferenzbilder einiger krystallographisch orientirter Dünnschliffe schief zu den beiden Mittellinien, aber genau in der Zone der Symmetrieaxe.

Ein Dünnschliff, welcher die Kante $\frac{1}{2}P\infty(\bar{1}02):\infty P\infty(100)$ abstumpft und mit $\infty P\infty(100)$ 21^0 bildet, zeigt das Interferenzbild der an der Klinoaxe *a* liegenden optischen Axe, aber nicht genau normal zur Platte wie in Figur 13, sondern etwas schief und zwar in einer Lage zwischen Figur 12 (Platte normal zur kleinsten Elasticitätsaxe) und Figur 13 (Platte normal zur optischen Axe). Das Centrum des Ringsystems ist nämlich nur etwas aus der Mitte des Gesichtsfeldes herausgerückt, so dass die innere Hälfte des Ringsystems einen nur etwas grösseren Theil des Gesichtsfeldes einnimmt, und dass der schwarze Balken ganz schwach zu einer Hyperbel, nach aussen concav, gekrümmt ist. Mit der Quarzplatte untersucht, ist die dieser optischen Axe zunächst liegende Mittellinie die Axe der kleinsten Elasticität. Diese Platte beweist somit, dass die kleinste Elasticität c die erste Mittellinie, und dass $2V$ grösser als 2×28^0 ist, denn die Normale zur Platte schliesst nach dem Obigen mit der Elasticitätsaxe c den Winkel von 28^0 ein.

Ein anderer Dünnschliff genau parallel $oP(001)$, deren Normale mit der Elasticitätsaxe a 32^0, mit der Elasticitätsaxe c 58^0 einschliesst, zeigt das Interferenzbild der anderen optischen Axe, aber sehr schief zur Krystallplatte, und zwar in einer Lage zwischen Figur 9 (Platte normal zur grössten Elasticität) und Figur 10 (Platte senkrecht zur optischen Axe). Denn das Centrum dieses einen Ringsystems ist der Peripherie des Gesichtsfeldes so nahe gerückt, dass wenig mehr als die innere Hälfte der Ringe mit der Hyperbel sichtbar ist. Mit der Quarzplatte untersucht, zeigt es sich, dass die zugehörige Bisectrix die Richtung der grössten Elasticität a ist. Diese optische Axe bildet folglich mit der kleinsten Elasticität c einen Winkel viel kleiner als 58^0, sie liegt mithin zwischen der Normalen zu $oP(001)$ und der kleinsten Elasticität c, welche die erste Mittellinie ist.

Der Piemontit ist danach positiv doppelbrechend, während der Pistazit nach Radicke, Des Cloizeaux und Klein (9) negativ ist. Bekanntlich ist das kein wesentlicher optischer Unterschied, am wenigsten bei Substanzen mit einem Axenwinkel von nahe 90^0 *).

Aus den Interferenzbildern geht ferner hervor, dass wie beim Pistazit **) der Axenwinkel und das Brechungsvermögen sehr gross sein müssen.

*) Die ältere Angabe von Des Cloizeaux (Ann. d. mines 1857, **11**, 309), der Epidot sei positiv, braucht deshalb durchaus nicht für alle Vorkommnisse falsch zu sein.

**) Nach Klein, Sulzbachthal $2V\varrho = 73^0\,44'$, $2V\gamma\varepsilon = 73^0\,33'$, $2V\gamma\varrho = 73^0\,27'$
- Brewster $2V = 84\;19$

Ob beim Piemontit $\varrho > v$ oder $v > \varrho$ ist, kann man aus den Interferenzbildern, auch aus denjenigen, deren Platten etwas schief zur Mittellinie geschnitten sind und deshalb ein Auge mit Hyperbel ganz zeigen, wegen der starken oder gänzlichen Absorption der grünen und blauen Lichtstrahlen nicht ersehen.

In Folge dieser Absorption der stärker brechbaren Lichtstrahlen, ferner in Folge des oben besprochenen Nichtzusammenfallens der Elasticitäts- und »Absorptionsaxen« und zum Theil auch wohl in Folge der starken geneigten Dispersion der Mittellinien sind die Interferenzbilder in weissem Lichte sehr ungewöhnlich in Farbe und Farbenvertheilung.

Während in homogenem rothem und gelbem Lichte — alles übrige wird zu stark absorbirt — das Interferenzbild grau und schwarz auf gleichmässig gefärbtem Grunde erscheint*), ist das Gesichtsfeld bei allen völlig planparallelen Schliffen in weissem Lichte dem Sinne der »Absorptionsaxen« (s. o. c. S. 454 f.), nicht dem der Dispersion der Mittellinien folgend nach $oP(001)$ — oder richtiger ausgedrückt nach der auf oP austretenden, blaurothen »Absorptionsaxe« — zugekehrt roth, ganz aussen zum Theil sogar etwas bläulichroth, nach der anderen nach $\frac{1}{2}\bar{P}\infty(\bar{1}02)$ zugewendeten Seite hin orange gefärbt. Beide extreme Farben sind durch Uebergänge von rechts nach links, d. h. in der Richtung der Ebene der optischen Axen verbunden. Meist nimmt Roth den grössten Theil des Gesichtsfeldes ein. Die grauen bis schwarzen Interferenzstreifen sind in dem rothen Felde zum Theil bläulich angehaucht, namentlich in der Hyperbelstellung der Platte. Die nach der ersten Mittellinie hin gelegenen, also inneren Theile der Ringe, besonders des ersten Ringes der im orangegelben Felde austretenden Axe haben stets (vergl. Fig. 11, 12, 13) einen breiten intensiv grünen Saum, der sich an Schliffen um die zweite Mittellinie (Fig. 9 u. 10) niemals zeigt und wohl eine Folge der geneigten Dispersion der Mittellinien ist.

In diesem Falle wäre wie beim Pistazit (9) auch beim Piemontit die geneigte Dispersion um die Axe der kleinsten Elasticität $\mathfrak{c}$ auffallender in den Interferenzbildern als um die Axe der grössten Elasticität $\mathfrak{a}$.

Wegen des ohne Zweifel starken Brechungsvermögens des Piemontit, welches dasjenige aller durchsichtigen Flüssigkeiten weit übertrifft, wegen

---

Nach Miller (Beer)		$2V = 87^0$ —
- Marx		$2V = 87$ 19′
- Des Cloizeaux,	Nordcarolina	$2V = 75$ 46
- -		74 —
- -	Schweiz	87 49

*) Bei Na-Licht bemerkt man schon das Gesichtsfeld auf der Seite etwas heller und die Curven matter und verwaschener, wo im weissen Lichte das Gesichtsfeld gelber wird, und das grüne Auge liegt.

der starken Absorption des Lichtes im Piemontit, wegen der dadurch bedingten ausserordentlichen Dünnheit der Krystalllamellen oder brechenden Prismen, welche wegen dieser Dünnheit, wegen der Sprödigkeit und der grossen Spaltbarkeit des Piemontit nur vermittelst Einbettung in Canadabalsam zwischen Glastafeln handbar gemacht werden können, giebt es, soviel mir bekannt, bis jetzt kein Mittel, auch nur angenähert die drei Brechungsexponenten und daraus die Axenwinkel des Piemontit zu bestimmen.

§ 3. Die Zwillingsbildung.

In der Zwillingsbildung stimmen ebenfalls Piemontit und Pistazit überein, besonders wie sie Klein (6, 9) und v. Kokscharow (7) beschrieben haben.

Bei allen von mir beobachteten Zwillingen mit einer einzigen Ausnahme ist $\infty\bar{P}\infty(100)$ die Zwillingsebene und sogenannte Berührungsfläche. Die erste und zweite Mittellinie der beiden Individuen fallen dabei in dieselbe Ebene und sind

für Natriumlicht 13° 22′ oder 166° 38′
– Lithiumlicht 14 52 – 165 8

gegen einander geneigt, während die Axen der mittleren Elasticität beider Krystalle parallel laufen (Taf. X, Fig. 8 und Taf. XI, Fig. 7). Die zweiten Spaltflächen beider Individuen gehen parallel und ihre ersten schneiden sich unter $2 \times 64^{0}\ 39' = 129^{0}\ 18'$.

Die Zwillinge sind immer polysynthetisch-lamellar ausgebildet, ebenso schön und in ganz analoger Weise wie die der Plagioklase, aber nicht ganz so häufig, denn es finden sich beim Piemontit auch viele und selbst grosse Krystalle, welche in den Dünnschliffen sich als einfache Individuen erweisen.

Figur 6, Tafel X stellt solchen polysynthetischen Zwilling in axonometrischer Projection, das Orthopinakoid $\infty\bar{P}\infty(100)$ auf den Beschauer zugerichtet, dar. Figur 7, Tafel X und Figur 8, Tafel XI zeigen dieselbe Bildung, wie sie in Dünnschliffen unter dem Mikroskope uns entgegentritt, Figur 8, Tafel XI normal zur Symmetrieaxe, Figur 7, Tafel X parallel derselben.

Schon im unpolarisirten Lichte erkennt man die polysynthetische Zwillingsbildung in den Dünnschliffen theils an dem Umknicken der ersten Spaltrichtung beider Individuen an der Zwillingsgrenze (bei Schliffen mehr oder weniger normal zur Symmetrieaxe Figur 8, Tafel XI), theils an der Verschiedenheit der Flächenfarben beider Individuen (namentlich bei den Schliffen parallel der Symmetrieaxe Figur 7, Tafel X), theils an beiden Erscheinungen zugleich (Schliffe sehr schief zur Symmetrieaxe oder Schliffe senkrecht zu derselben bei sehr schief auffallendem Lichte). Es giebt aber in diesen Zwillingen auch Richtungen parallel der Symmetrieaxe, in welchen

weder auf die eine noch die andere Weise diese Zwillingsbildung in unpolarisirtem Lichte sich erkennen lässt.

Dass es in fast allen Fällen Zwillinge nach $\infty P\infty(100)$ — nicht nach $oP(001)$ — sind, erkennt man aus der verschiedenen Beschaffenheit der Spaltungsrichtungen (§ 1) und noch besser am Pleochroismus im polarisirten Lichte (§ 2, vergl. Fig. 8, Taf. XI).

Deutlicher und schöner tritt selbst die noch so versteckte Zwillingsbildung im polarisirten Lichte entgegen, besonders bei Färbung des Gesichtsfeldes mittelst der Quarzplatte.

Der Zwillingsbau ist in Figur 8, Tafel XI in allen beobachteten Möglichkeiten zur Darstellung gebracht.

In einem herrschenden Individuum liegen parallel dessen Orthopinakoid bald einzeln, bald dicht gedrängt, theils dickere, theils ganz feine Lamellen des anderen Individuum. Bald setzen dieselben gleichmässig durch den ganzen Schliff hindurch, bald hören sie mitten darin durch Auskeilen (z. B. bei *a*) oder durch Abschneiden an einer Krystallfläche des Hauptindividuum (z. B. bei *b*) oder an einer eigenen Krystallfläche (z. B. bei *c*) auf. Das eine Individuum greift auch oft gefranzt in das andere hinein. In einzelnen Fällen liegen auch mitten in dem einen Individuum ganz unregelmässig umgrenzte Kerne eines anderen Individuum (z. B. bei *d*). Ob in diesem Falle wirklich eine Verzwilligung nach $\infty P\infty(100)$ oder nur eine unregelmässige Verwachsung vorliegt, sieht man an der völlig parallelen oder nicht parallelen Lage solches Kernes mit einer der naheliegenden Zwillingslamellen im polarisirten Lichte, besonders deutlich bei Anwendung der Quarzplatte. Beide Fälle sind im Piemontit zu beobachten gewesen.

Die Spaltbarkeit der beiden Individuen ist ganz unabhängig von einander. Die zweite, vielfach unterbrochene oder durch Brüche verbundene Spaltbarkeit, deren Richtung der Zwillingsebene parallel geht, folgt ebenso häufig gerade dieser Grenze (z. B. bei *e*) als auch nicht und setzt auch häufig in einem unregelmässigen Sprunge (z. B. bei *f*) fort, welcher bald auf der einen, bald auf der anderen Seite der Zwillingsgrenze liegt. Die der ersten Spaltbarkeit entsprechenden Spalten der beiden Individuen entsprechen einander an der Zwillingsgrenze (z. B. bei *g*) ebenso häufig als auch nicht (z. B. bei *h*).

Das scharfe Umknicken der ersten Spaltbarkeit an der Grenze und der grelle Pleochroismus im polarisirten Lichte geben so schön wie bei wenigen Mineralien ein Mittel an die Hand, selbst bei starken Vergrösserungen sich über den krystallographischen Verlauf der Grenzlinien beider Individuen Rechenschaft zu geben, welcher bekanntlich erst bei sehr wenigen Zwillingen genau untersucht worden ist, und doch gewiss für die Theorie der Zwillingsbildung Berücksichtigung verdient. Es sei mir deshalb erlaubt, die in dieser Beziehung am Piemontit gemachten Beobachtungen mitzutheilen.

Die Demarcationslinie beider Individuen folgt zwar meistens schnurgerade der Zwillingsebene $\infty \bar{P} \infty (100)$, selten der Fläche $oP(001)$ des einen der beiden Individuen (z. B. bei *b* und *c*), häufig verläuft sie aber auch ganz unregelmässig gekrümmt und gekräuselt. Die Berührungsfläche der beiden zum Zwilling verbundenen Individuen ist also entweder die Zwillingsebene oder eine Krystallfläche eines der beiden Individuen oder eine beliebige krumme Fläche, welche letztere durch gegenseitigen Druck der beiden Individuen sich gebildet hat und welche ich deshalb im Gegensatze zu den Krystallflächen, ebenso wie bei den unregelmässig aggregirten Individuen, Druckfläche nennen möchte und in früheren Mittheilungen schon so genannt habe.

Stellt man den Dünnschliff des Zwillings so zum Polarisator (ohne Anwendung des Analysator), dass die beiden Individuen den grössten Farbencontrast zeigen — bei Schliffen senkrecht zur Symmetrieaxe erscheint wie in Figur 8, Tafel XI das eine Individuum blutroth, das andere orange — so nimmt man wahr, dass die Grenze der zwei Individuen in Bezug auf die Farbe bald scharf, bald verwaschen verläuft. In ersterem Falle stösst roth scharf gegen orange ab, in letzterem geht roth in orange über. Ersteres tritt ein, wenn die Zwillingsgrenze senkrecht zur Schlifffläche steht, d. h. wenn jeder Lichtstrahl nur das eine Individuum durchläuft; letzteres erfolgt, wenn die Zwillingsgrenze schief zum Schliffe steht, denn wo sich für den durchgehenden Lichtstrahl beide Individuen decken, tritt eine Mischfarbe von roth und orange ein, die nach dem rothen Individuum hin immer rother nach dem orangen zu immer gelber wird, weil sich das gelbe Individuum nach dem rothen zu auskeilt und umgekehrt. Eine »Druckfläche« erweist sich so in der Regel verwaschener als eine Krystallfläche, weil jene auch in der Richtung der Dicke der Platte unregelmässig gekrümmt verläuft.

Polysynthetische Zwillingsbildung nach dem Gesetze: Zwillingsebene $= oP(001)$ beschreiben nur Klein (9) und v. Kokscharow (7) als grosse Seltenheit bei den Pistazitkrystallen aus dem Sulzbachthale. Unter zahlreichen Dünnschliffen von Piemontit habe ich nur an einem einzigen dieses Zwillingsgesetz nachweisen können.

§ 4. Mikrostructur des Piemontit.

Die Piemontitsubstanz zwischen den schon mit unbewaffnetem Auge sichtbaren Verunreinigungen und zwischen den mit Kalkspath und Quarz erfüllten Sprüngen ist, wie ich das schon bei meinen chemischen Untersuchungen (1) hervorgehoben habe, ganz besonders rein, klar, homogen und einschlusslos.

Man beobachtet nur mehr oder weniger häufig nach allen Richtungen ziehende Züge von 0,0015—0,03 mm grossen Hohlräumen mit unbeweg-

lichen Bläschen darin, also Flüssigkeitseinschlüsse mit sehr unregelmässiger, eckig verzerrter Gestalt, wie sie Zirkel*) für den Pistazit von Arendal und Bourg d'Oisans, sowie Klein (9) für den vom Sulzbachthale beschrieben haben.

Aachen, 30. Januar 1880.

Erklärung der Tafeln.

Tafel X.

Figur 1. Querschnitt einer Umhüllungs- und Ausfüllungspseudomorphose von Achat und Quarz nach aufgewachsenen Krystallen des Aragonit von Oberstein a. d. Nahe; doppelte Grösse (S. 433 f.).

Figur 2 u. 3. Quarzkrystalle von Süderholz bei Siptenfelde im Harz mit vorspringenden Kanten (S. 434 f.).

2a. in idealer Ausbildungsweise und axonometrischer Ansicht; natürliche Grösse,
2b. Querschliff; natürliche Grösse,
3. in wirklicher Ausbildungsweise und axonometrischer Ansicht; doppelte Grösse.

Figur 4 u. 5. Krystallform des Manganepidot (Piemontit) mit allen bis jetzt beobachteten Flächen in axonometrischer Ansicht; stark vergrössert (S. 436 u. 440),

4. das Klinopinakoid } auf den Beschauer gerichtet.
5. das Orthopinakoid }

Figur 6. Polysynthetischer Zwilling des Manganepidot in axonometrischer Ansicht, das Orthopinakoid auf den Beschauer gerichtet, nach dem Gesetze: Zwillingsebene $\infty P\infty(100)$; stark vergrössert (S. 440 u. 464).

Figur 7. Dünnschliff eines solchen polysynthetischen Zwillings von Manganepidot in Quarz (*Q*) eingebettet und von Kalkspath (*C*) durchsetzt. Das schraffirte Individuum zeigt die Schlifffläche normal zur zweiten Mittellinie. Dieser Zwilling zeigt die Flächen $P(\bar{1}11)$ und $\infty P\infty(010)$; stark vergrössert (S. 438, 439, 464).

Figur 8. Idealer Querschnitt dieses Zwillings durch die Ebene der optischen Axen, mit den optischen Linien; stark vergrössert (S. 438, 439, 464).

Tafel XI.

Figur 1. Hauptsächlichste Spectrallinien der Alkalien und alkalischen Erden (S. 447).

Figur 2. Das Sonnenspectrum mit den deutlichsten Fraunhofer'schen Linien (S. 447).

Figur 3. Absorptionsspectrum des Manganepidot für den polarisirten Lichtstrahl, dessen Schwingungen parallel der grössten Elasticitätsaxe $\mathfrak{a}$ (zweite Mittellinie) stattfinden (S. 444 ff.).

Figur 4. Absorptionsspectrum des Manganepidot für den polarisirten Lichtstrahl, dessen Schwingungen parallel der kleinsten Elasticitätsaxe $\mathfrak{c}$ (erste Mittellinie) stattfinden (S. 444 ff.).

Figur 5. Absorptionsspectrum des Manganepidot für den polarisirten Lichtstrahl, dessen Schwingungen parallel der Symmetrieaxe (mittlere Elasticitätsaxe $\mathfrak{b}$) stattfinden (S. 444 ff.).

NB. Alle Spectra sind auf dieselbe feststehende Scala projicirt worden.

---

*) Die mikroskop. Beschaffenheit der Mineralien und Gesteine 1873, 198.

Figur 6. Projection der krystallographischen und optischen Elemente des Epidot (Pistazit) vom Sulzbachthale nach Klein auf die Symmetrieebene (S. 440).

Figur 7. Projection der krystallographischen und optischen Elemente des Manganepidot auf die Symmetrieebene (S. 438, 443, 464).

Figur 8. Dünnschliff parallel der Symmetrieebene eines polysynthetischen Zwillings von Manganepidot nach dem Gesetze: Zwillingsebene $\infty P\!\!\!-\infty$(100) in polarisirtem Lichte (Schwingungsrichtung parallel der kleinsten Elasticitätaxe c im rothen Individuum); sehr stark vergrössert (S. 440, 443, 464 f., 466).

Figur 9. Interferenzbild eines Dünnschliffes von Manganepidot normal zur zweiten Mittellinie (S. 458, 461 ff.).

Figur 10. Interferenzbild eines Dünnschliffes von Manganepidot normal zur optischen Axe, welche auf *oP*(001) austritt (S. 458, 463).

Figur 11 u. 12. Interferenzbilder eines Dünnschliffes von Manganepidot normal zur ersten Mittellinie,

11. Ebene der optischen Axen parallel oder normal mit den Hauptschnitten der Nicols (S. 458, 461 ff.),

12. Ebene der optischen Axen 45⁰ mit den Hauptschnitten der Nicols (S. 458, 461 ff.).

Figur 13. Interferenzbild eines Dünnschliffes von Manganepidot normal zur optischen Axe, welche auf $\infty P\!\!\!-\infty$(100) austritt (S. 458, 463).

Tafel XII.

Figur 1. Lichtintensitäten der Absorptionsspectra des Manganepidot, ausgedrückt in Procenten des auffallenden Lichtes (S. 444 ff.).

Schwingungsrichtung des polarisirten Lichtes:

1) parallel der grössten Elasticität $\mathfrak{a}$: punktirt gestrichelte Curve,

2) parallel der kleinsten Elasticität $\mathfrak{c}$: voll gezogene Curve,

3) parallel der mittleren Elasticität $\mathfrak{b}$: fein gestrichelte Curve.

Figur 2. Schematische Projection der Beziehungen der Krystallform zu den Elasticitäts- und »Absorptionsaxen« auf die Symmetrieebene des Manganepidot (S. 457 ff.).

XXVII. Krystallographische Untersuchung der Platindoppelnitrite.

Von

Haldor Topsøe in Kopenhagen*).

(Mit 16 Holzschnitten.)

Die im Folgenden beschriebenen Salze wurden von Herrn C. F. Nilson in Upsala dargestellt (s. C. F. Nilson, Untersuchungen über Chlorosalze und Doppelnitrite des Platins. Samml. v. Abhandl. herausgeg. beim 400jähr. Stiftungsfest der Univ. Upsala, und Ber. d. d. chem. Gesellschaft 1876, **9**, 1722).

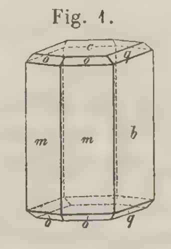
1. Ammoniumplatonitrit.

$Am_2 Pt . 4 NO_2 + 2 H_2 O.$

Rhombisch. $a : b : c = 0,4910 : 1 : 0,9094$
$(= 1 : 2,0367 : 1,8522)$.

Beobachtete Formen (s. Fig. 1): $b = (010)\infty\breve{P}\infty$, $m = (110)\infty P$, $c = (001)oP$, $q = (011)\breve{P}\infty$, $o = (112)\frac{1}{2}P$. Gelbliche, sechsseitige Säulen — (110).(010) im Gleichgewichte ausgebildet — durch die gerade aufgesetzten Basisflächen geschlossen. Sehr häufig waltet jedoch das Flächenpaar (010) vor, so dass die Krystalle tafelförmig erscheinen. Zwischen Basis und Brachypinakoïd sind die Flächen des Domas (011) als sehr schmale Abstumpfungen der Kanten aufgesetzt. Die Flächen der Pyramide (112), die Kanten zwischen der Basis und dem Prisma fast gerade abstumpfend, kommen selten und niemals an allen

Fig. 1.



---

*) Aus dem Dänischen (Overs. over d. K. D. Vidensk. Selsk. Forhandl. 1879) vom Verf. mitgetheilt. Ein Theil der Figuren wurde im Einverständniss mit Demselben von Herrn F. Grünling in Strassburg unter Annahme der in dieser Zeitschrift üblichen Stellung für den Holzschnitt neu gezeichnet.

gleichnamigen Kanten aufgesetzt vor; sie sind immer sehr untergeordnet ausgebildet.

Nur die kleinsten der Krystalle sind durchsichtig; die Flächen sind glänzend und geben recht übereinstimmende Messungen. Das Salz hält sich ziemlich unverändert in der Luft. An acht Krystallen erhielt ich folgende Kantenwinkelwerthe:

	Anzahl der				
	Kryst.:	Kant.:	Grenzwerthe:	Mittel:	Ber.:
$b : m = (010):(110)$	6	10	63° 40′—63° 55′	*63° 51′	—
$m : m = (110):(1\bar{1}0)$	6	8	52 10 —52 29	52 20	52° 18′
$c : b = (001):(010)$	6	10	89 41 —90 23	90 4	—
$b : q = (010):(011)$	4	5	47 29 —47 58	*47 43	90 0
$c : q = (001):(011)$	2	2	42 19 —42 33	42 26	42 17
$m : c = (110):(001)$	5	11	89 43 —90 20*)	90 1	90 0
$m : o = (110):(112)$	1	1	—	44 4	44 6
$m : q = (110):(011)$	2	3	72 34 —72 49	72 41	72 45
$q : o = (011):(112)$	1	1	—	44 circa	43 18
$b : o = (010):(112)$	1	1	—	71 43	71 33
$o : o = (112):(1\bar{1}2)$	1	1	—	—	36 54
$o : o = (112):(\bar{1}12)$	1	1	—	—	80 16

Die Krystalle besitzen eine wenig vollkommene Spaltungsrichtung parallel (010).

Das Salz ist mit dem entschieden monoklinischen, analog zusammengesetzten Rubidiumsalze isomorph.

2. Kaliumplatonitrit.

$K_2 Pt.4 NO_2$.

Monoklinisch. $a : b : c = 0,6058 : 1 : 0,7186$
$\beta = 83^0 47',5$.

Beobachtete Formen: $(110)\infty P$, $(010)\infty \mathcal{R}\infty$, $(\bar{1}12)+\frac{1}{2}P$, $(001)oP$, $(011)\mathcal{R}\infty$. Das Salz krystallisirt, wie ich schon früher beschrieben habe (Sitzungsber. d. Wiener Akademie **53**, Januar 1876), in kleinen, farblosen, wasserhellen, diamantglänzenden, vier- oder sechsseitigen, von schief aufgesetzten Flächen — (011), ($\bar{1}$12), (001) — geschlossenen Nadeln. Ausser den früher beobachteten Combinationen, an welchen die Hemipyramide ($\bar{1}$12) vorherrschend und das Doma (011) untergeordnet ausgebildet war, habe ich am rein dargestellten Salze sehr häufig Krystalle

*) Nur an einem Krystalle entfernen die beobachteten Kantenwinkel sich so viel, wie die Grenzwerthe angeben, vom berechneten Werthe 90° 0′. Mit Ausnahme von diesem Krystalle schwanken die übrigen Werthe nur zwischen 89° 52′ und 90° 6′.

getroffen, deren Endflächen ausschliesslich von den Domaflächen gebildet waren. Das Pinakoïd (010) kommt immer untergeordnet vor oder fehlt bisweilen vollständig.

An ein Paar Krystallen habe ich folgende Winkelwerthe, welche die Identität dieses und des früher untersuchten Salzes zeigen, erhalten:

	Beobachtet:	Berechnet:
$\{(110):(1\bar{1}0)$	62° 14′	62° 7′
$(110):(010)$	58 50	58 56,5
$\{(010):(001)$	90 0	90 0
$(010):(011)$	54 18	54 27,5

An diesem Salze sind keine deutlichen Spaltungsrichtungen wahrzunehmen.

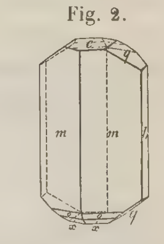
3. Rubidiumplatonitrit.

$Rb_2 Pt . 4 NO_2$.

Monoklinisch. $a : b : c = 0,6142 : 1 : 0,7103$
$\beta = 84^0 \, 59'$.

Beobachtete Formen (s. Fig. 2): $m = (110) \infty P$, $b = (010) \infty \mathcal{R} \infty$, $c = (001) oP$, $q = (011) \mathcal{R} \infty$, $o = (\bar{1}11) + P$, $x = (\bar{1}12) + \frac{1}{2} P$. Das Salz — welches sich bei einer Temperatur von 60—70° in seiner mit überschüssigem Rubidiumchlorid versetzten Lösung bildet, — krystallisirt in kleinen, vierseitigen, farblosen oder schwach gelblichen, durchsichtigen Nadeln, gebildet von dem Prisma (110), dessen spitze, orthodiagonale Kanten bisweilen durch sehr kleine Flächen des Pinakoïds (010) abgestumpft sind. Die Nadeln sind an den Enden von Flächen der schief aufgesetzten Basis geschlossen. Die Flächen der negativen Hemipyramiden $(\bar{1}11)$, $(\bar{1}12)$ kommen sehr selten und dann fast nur spurenweise vor; das Klinodoma tritt zwar immer auf, ist aber häufig sehr zurückgedrängt und nur mit einem Flächenpaare ausgebildet.

Fig. 2.



Die Flächen sind glasglänzend und spiegeln gut; die ursprünglich wasserhellen Krystalle wurden bald, selbst bei Aufbewahrung in einem geschlossenen Rohre, vollständig undurchsichtig. Die Veränderung darf demnach lediglich einer molekularen Umlagerung zugeschrieben werden.

Aus Beobachtungen an sechs Krystallen ergeben sich folgende Mittelwerthe, aus welchen die vollständige Isomorphie des Salzes mit dem Kaliumplatonitrit hervorgeht:

	Anzahl der Kryst.:	Anzahl der Kant.:	Grenzwerthe:	Mittel:	Ber.:
$m : m = (110):(1\bar{1}0)$	4	4	62° 50′—63° 24′	63° 2′	62° 55′
$m : m = (110):(\bar{1}10)$	6	6	116 39—117 30	*117 5	—
$m : b = (110):(010)$	3	3	58 17—58 56	58 31	58 32,5
$m : c = (110):(001)$	4	4	85 32—85 53	*85 44	85 43
$m : c = (110):(00\bar{1})$	3	3	94 15—94 23	*94 18	94 17
$c : o = (001):(\bar{1}\bar{1}1)$	1	1	—	56 12	56 23
$m : x = (\bar{1}\bar{1}0):(\bar{1}\bar{1}2)$	1	1	—	57 ca.	58 50
$c : b = (001):(010)$	2	2	89 35—89 52,5	89 44	90 0
$c : q = (001):(011)$	2	2	35 2—35 33	*35 17	—
$q : b = (011):(010)$	2	2	—	—	54 43
$m : q = (110):(011)$	1	1	—	68 30	68 46
$m : q' = (110):(0\bar{1}1)$	1	1	—	104 12	103 55
$q : o = (011):(\bar{1}11)$	1	1	—	—	45 17
$b : o = (010):(\bar{1}11)$	1	1	—	—	64 10
$o : o = (\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1)$	1	1	—	—	51 40
$m' : x = (1\bar{1}0):(\bar{1}\bar{1}2)$	1	1	—	81 circa	78 25

Ausser den angegebenen Flächen habe ich an einem Krystalle eine sehr kleine Fläche, einer negativen Hemipyramide angehörig, beobachtet. Die Fläche, welche in keiner der gegebenen Zonen lag, war zu klein, um zu Messungen benutzt werden zu können.

Das Salz besitzt keine deutlichen Spaltungsrichtungen.

4. Rubidiumplatonitrit

$Rb_2 Pt . 4 NO_2 + 2 H_2 O.$

Monoklinisch. $a : b : c = 2,0109 : 1 : 1,7935$
$\beta = 88° 20'$.

Beobachtete Formen (s. Fig. 3 und 4): $c = (001) oP$, $a = (100) \infty P \infty$, $m = (110) \infty P$, $r = (\bar{1}01) + P \infty$, $x = (\bar{1}12) + \frac{1}{2} P$. Die Krystalle

Fig. 3.

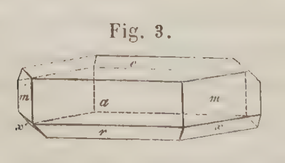
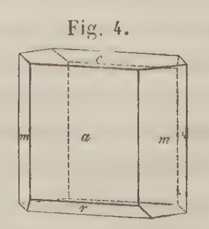


Fig. 4.



sind fast farblose, zum Theil durchsichtige, sechsseitige Säulen oder vierseitige Tafeln, Combinationen des Prismas mit dem häufig vorwaltenden

Pinakoïde (100). Die Prismen sind durch die schief aufgesetzten Endflächen (001) geschlossen. An allen Krystallen ist das negative Orthodoma (101), den spitzen Kanten zwischen Basis und Orthopinakoïd aufgesetzt, beobachtet: bisweilen kommen ausserdem die Flächen der negativen Hemipyramide ($\bar{1}12$), die spitzen Kanten zwischen Prisma und Pyramide abstumpfend, sehr untergeordnet ausgebildet vor. Die Pyramidenflächen scheinen immer vollzählig vorhanden zu sein.

Die Flächen sind glasglänzend und spiegeln gut; die Messungen sind daher ziemlich übereinstimmend. Die grösseren Krystalle sind fast undurchsichtig.

Das Salz hält sich bei gewöhnlicher Temperatur recht gut an der Luft; in warmer trockner Luft verwittert es jedoch bald:

An sieben Krystallen wurden die folgenden Kantenwinkelwerthe erhalten:

	Anzahl der Kryst.:	Anzahl der Kant.:	Grenzwerthe:	Mittel:	Ber.:
$m : a = (110):(100)$	7	11	63° 12′—63° 42′	*63° 33′	—
$m : m = (110):(\bar{1}10)$	6	6	52 44 —53 17	52 57	52° 54′
$m : m = (110):(1\bar{1}0)$	1	1	—	116 24	116 27
$a : c = (100):(001)$	4	4	88 13 —88 22	88 17	88 20
$a : c = (\bar{1}00):(001)$	4	5	91 38 —91 45	*91 40	—
$c : r = (001):(\bar{1}01)$	6	6	42 22 —42 33	*42 28	—
$a : r = (\bar{1}00):(\bar{1}01)$	7	7	49 7 —49 22	49 11	49 12
$m : c = (110):(001)$	4	4	89 7 —89 18	89 12,5	89 15,5
$m : c = (\bar{1}\bar{1}0):(001)$	4	5	90 48 —90 57	90 51	90 44,5
$c : x = (001):(\bar{1}\bar{1}2)$	2	3	44 49 —45 15	45 3	45 25
$m : x = (\bar{1}\bar{1}0):(\bar{1}\bar{1}2)$	—	—	—	—	45 19,5
$m : r = (\bar{1}\bar{1}0):(\bar{1}01)$	5	7	72 54 —73 10	73 2	73 5
$r : x = (\bar{1}01):(\bar{1}12)$	2	2	42 31 —43 28	42 59	42 57
$x' : m = (\bar{1}12):(110)$	2	2	63 28 —63 47	63 37	63 58
$x : x = (\bar{1}12):(\bar{1}\bar{1}2)$	—	—	—	—	79 14

Die Krystalle besitzen keine deutlichen Spaltungsrichtungen.

Das Salz ist mit dem rhombischen Ammoniumplatonitrite, der Verschiedenheit der Krystallsysteme ungeachtet, vollständig isomorph, was aus der nachfolgenden Zusammenstellung einiger Kantenwinkel ersichtlich ist:

	Ammoniumsalz rhombisch:	Rubidiumsalz monoklinisch:
(010) resp. (100):(110)	63° 51′	63° 33′
(010) resp. (100):(001)	90 0	88 20

	Ammoniumsalz rhombisch:	Rubidiumsalz monoklinisch:
(010):(011) resp. $(\bar{1}00):(\bar{1}01)$	47° 43′	49° 12′
- - - (100):(101)	47 43	[47 20] berechnet
$(\bar{1}12):(\bar{1}\bar{1}2)$	80 16	79 14

5. Cäsiumplatonitrit

$Cs_2 Pt . 4 NO_2$.

Monoklinisch. $a : b : c = 1,6122 : 1 : 0,6291$
$\beta = 80^0\ 10'$.

Beobachtete Formen (s. Fig. 5): $m = (110)\infty P$, $a = (100)\infty \bar{P}\infty$, $c = (001)oP$, $o = (111) - P$, $\omega = (\bar{1}11) + P$, $r = (\bar{2}01) + 2\bar{P}\infty$. Das Salz krystallisirt in gelblichen, nur zum Theil durchsichtigen, vier- oder sechsseitigen Nadeln, welche häufig zu grösseren Säulen parallel zusammengewachsen sind. Die nadelförmigen Prismen — (110), deren spitze Kanten bisweilen durch das, übrigens immer sehr untergeordnet ausgebildete Flächenpaar (100) abgestumpft sind — werden an den Enden von sehr kleinen, den beiden Hemipyramiden $(111).(\bar{1}11)$ und der Basis angehörigen Flächen begrenzt. Die Basis scheint immer ausgebildet zu sein, dagegen fehlt häufig $(\bar{1}11)$. An einigen Krystallen sind die Flächen der beiden Hemipyramiden unvollzählig und zwar so, dass nur die in der Zone mit einem Prismenflächenpaare liegenden Flächen ausgebildet sind (z. B. die Flächen $(111).(\bar{1}\bar{1}1)$, mit der Basis combinirt).

Fig. 5.

Eine sehr kleine Fläche, dem Hemidoma $(\bar{2}01)$ angehörig, ist an einem einzigen Krystalle beobachtet.

Die Flächen sind ausgezeichnet glänzend und geben ihrer Kleinheit ungeachtet ziemlich übereinstimmende Messungen.

Das Salz hält sich unverändert an der Luft.

Aus Beobachtungen an sieben Krystallen ergaben sich folgende Kantenwinkelwerthe:

	Anzahl der Kryst.:	Anzahl der Kant.:	Grenzwerthe:	Mittel:	Ber.:
$m : \acute{m} = (110):(\bar{1}10)$	7	9	64° 2′— 64° 36′	*64° 23′	—
$m : m = (110):(1\bar{1}0)$	5	5	115 15 — 116 10	115 38	115° 37′
$m : a = (110):(100)$	3	3	57 22 — 57 47	57 35	57 48,5
$a : c = (100):(001)$	1	1	—	79 55	80 10,5
$a : r = (\bar{1}00):(\bar{2}01)$	1	1	—	ca. 58 30	58 15

	Anzahl der Kryst.:	Anzahl der Kant.:	Grenzwerthe:	Mittel:	Ber.:
$m : c = (110):(001)$	1	2	84° 30′—84° 46′	84° 38′	84° 47′
$m : o = (110):(111)$	7	9	50 4—50 59	*50 25	—
$c : o = (001):(111)$	4	4	34 0—35 0	ca. 34 30	34 22
$c : \omega = (001):(\bar{1}\bar{1}1)$	1	1	—	38 10	38 0
$m' : \omega = (\bar{1}\bar{1}0):(\bar{1}\bar{1}1)$	1	1	—	ca. 57 0	57 13
$m' : o = (\bar{1}10):(111)$	5	5	80 1—80 19	80 7	79 56
$o : o = (111):(1\bar{1}1)$	4	4	57 0—57 39	*57 20	—
$\omega : \omega = (\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1)$	—	—	—	—	63 5
$a : o = (100):(111)$	2	2	64 5—64 17	64 12	64 16,5
$a' : \omega = (\bar{1}00):(\bar{1}11)$	1	1	—	*80 ca.	79 19
$o : \omega = (111):(\bar{1}11)$	—	—	—	—	36 24,5

Die Krystalle sind ausgezeichnet parallel den Prismenflächen (110) spaltbar.

Obgleich das Salz gar nicht mit den analog zusammengesetzten Kalium- und Rubidiumverbindungen isomorph ist, zeigen jedoch die Winkelwerthe einige recht merkwürdige Analogien, indem die in oder über dem klinodiagonalen Hauptschnitte gelegenen Kantenwinkel des einen Salzes mit den mit Rücksicht auf den orthodiagonalen Hauptschnitt analog liegenden des anderen Salzes auffallende Aehnlichkeit darbieten.

Es ist nämlich:

Kaliumsalz:		Cäsiumsalz:	
$(110):(010)$	58° 56′	$(110):(100)$	57° 48,′5
$(001):(\bar{1}12)$	36 23	$(001):(\bar{1}11)$	38 0
		$(001):(111)$	34 22
$(\bar{1}12):(\bar{1}\bar{1}2)$	35 58	$(111):(\bar{1}11)$	36 24,5

Die Beziehungen würden deutlicher in das Auge fallen, wenn man die Salze triklinisch aufstellte, die Axen a und b der Kalium- und Rubidiumverbindungen vertauschte und die c-Axe gleichzeitig halbirte, d. h. die Pyramide $(\bar{1}12)$ des Kaliumsalzes als Grundform annähme. Es genügt jedoch vollständig, einen Blick auf die folgende Zusammenstellung einiger in den drei Hauptzonen gelegenen Winkel zu werfen:

	Kaliumsalz:	Cäsiumsalz:	
$(110):(010)$	58° 56,′5	57° 48,′5	$(110):(100)$
$(100):(010)$	90 0	90 0	$(100):(010)$
$(100):(001)$	83 47,5	90 0	$(010):(001)$
$(001):(\bar{1}02)$	32 13	31 47,5	$(001):(011)$
$(001):(102)$	29 0	31 47,5	$(001):(0\bar{1}1)$

	Kaliumsalz:	Cäsiumsalz:	
(010):(001)	90° 0′	80° 10,′5	(001):(100)
(001):(012)	19 39	22 23,5	(001):($\bar{1}$01)
(001):(0$\bar{1}$2)	19 39	19 49,5	(001):(101)

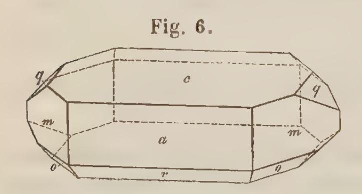
6. Thalliumplatonitrit

$Tl_2 Pt . 4 NO_2$.

Monoklinisch. $a : b : c = 1,2309 : 1 : 0,9035$
$\beta = 74^0 30'$.

Beobachtete Formen (s. Fig. 6): $a = (100) \infty \bar{P} \infty$, $c = (001) oP$, $m = (110) \infty P$, $r = (\bar{2}01) + 2 \bar{P} \infty$, $q = (011) \breve{P} \infty$, $o = (\bar{1}11) + P$. Das Salz schiesst aus seiner Lösung durch langsames Verdampfen bei einer Temperatur von 60—70° in kleinen, wachsgelben, halbdurchsichtigen nadelförmigen Krystallen an. Die Nadeln, deren Längsrichtung parallel der Symmetrieaxe ist, sind vier- oder sechsseitig, von den Flächen der Formen (100). (001). ($\bar{2}$01) (von welchen die zwei Pinakoïde im Gleichgewichte ausgebildet sind, während das Domaflächenpaar in der Regel untergeordnet ist, und oft ganz fehlt) gebildet. Sie sind an den Enden durch eine sechs- oder vierflächige, von den Flächen des Prismas, Domas und der negativen Hemipyramide gebildete Zuspitzung geschlossen; das Doma und die Hemipyramide treten häufig nur mit einem Flächenpaare ausgebildet auf, und die Pyramidenflächen fehlen bisweilen vollständig. Die Prismenflächen sind fast immer vorherrschend.

Fig. 6.



Die Flächen sind diamantglänzend und spiegeln gut; die Messungen sind jedoch der Kleinheit der Endflächen wegen etwas unsicher.

Das Salz hält sich unverändert an der Luft.

An sieben Krystallen erhielt ich folgende Winkelwerthe:

	Anzahl der Kryst.:	Anzahl der Kant.:	Grenzwerthe:	Mittel:	Ber.:
$a : c = (100):(001)$	6	7	74° 9′— 75° 3′	*74°26′	74°30′
$a : c' = (100):(00\bar{1})$	4	4	105 4 —105 46	*105 26	105 30
$c : r = (001):(\bar{2}01)$	4	5	66 30 — 67 4	*66 45	—
$a : r = (\bar{1}00):(\bar{2}01)$	3	3	38 3 — 39 0	38 38	38 45
$a : m = (100):(110)$	6	9	49 27 — 50 17	*49 52	—
$m : m = (110):(\bar{1}10)$	4	4	79 10 — 81 20	80 34	80 16
$r : m = (\bar{2}01):(\bar{1}\bar{1}0)$	3	4	59 23 — 59 57	59 37	59 49
$o : r = (\bar{1}11):(\bar{2}01)$	—	—	—	—	45 30,5
$m : o = (110):(\bar{1}11)$	1	1	—	ca. 75 10	74 40,5

	Anzahl der Kryst.:	Anzahl der Kant.:	Grenzwerthe:	Mittel:	Ber.:
$c:m' = (001):(\bar{1}\bar{1}0)$	4	4	99° 35′—100° 14′	99° 54′	99° 55′
$c:m = (001):(110)$	4	6	79 52 — 80 28	80 8	80 5
$m:o = (\bar{1}\bar{1}0):(\bar{1}\bar{1}1)$	1	1	—	45 49	45 32,5
$c:o = (001):(\bar{1}\bar{1}1)$	2	3	53 59 — 54 20	54 7	54 22,5
$o:o = (\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1)$	—	—	—	—	78 14
$a:q = (100):(011)$	2	2	78 32 — 78 57	78 40	78 22
$a:o = (\bar{1}00):(\bar{1}11)$	—	—	—	—	70 14
$c:q = (001):(011)$	2	2	40 41 — 40 42	40 41,5	41 0
$q:q = (011):(0\bar{1}1)$	—	—	—	—	82 0
$m:q = (110):(011)$	2	2	49 35 — 50 23	49 59	50 50
$m':q = (\bar{1}10):(011)$	1	1	—	68 33	68 11

Die Krystalle besitzen keine deutlichen Spaltungsrichtungen.

Das Salz ist weder mit dem Kalium noch mit dem Cäsiumsalze isomorph.

7. Silberplatonitrit

$Ag_2 Pt . 4 NO_2$.

Monoklinisch. $a : b : c = 0,9660 : 1 : 0,5091$

$\beta = 81^{0}\, 59',5$

Beobachtete Formen: $(110)\infty P$, $(\bar{1}11)+P$, $(111)-P$, $(210)\infty P\!\!\!/ 2$, $(\bar{1}21)+2P\!\!\!/ 2$. Das Salz krystallisirt in kleinen gelblichen, diamantglänzenden vierseitigen Nadeln, an den Enden gewöhnlich von den schief aufgesetzten Flächen der negativen Hemipyramide $(\bar{1}11)$ begrenzt: nicht selten beobachtet man jedoch die vollständige Pyramide $(\bar{1}11).(111)$. Das Prisma (210) kommt häufig, die klinodiagonalen Kanten des Hauptprismas zuschärfend, vor.

Nur die kleinsten Nadeln sind durchsichtig; die Prismenflächen sind parallel der Verticalaxe gestreift; die grösseren Prismen sind sogar canellirt.

Ich habe früher ein Salz untersucht (Sitzungsberichte d. Wiener Akademie **53**, Januar 1876), welches von Herrn J. Lang dargestellt war. Es ergab sich jedoch später, dass die Krystalle eine geringe Spur vom Kalisalze enthielten: die neu untersuchten Krystalle, durch wiederholte Umkrystallisationen vollständig gereinigt, ergaben jedoch, wie sich zeigen wird, Winkelwerthe, mit den früher berechneten bis auf Minuten übereinstimmend.

Aus Beobachtungen an acht Krystallen ergaben sich folgende Winkelwerthe:

	Anzahl der Kryst.:	Kant.:	Grenzwerthe:	Mittel:	Ber.:
(110):(1$\bar{1}$0)	7	11	87° 17′—87° 48′	87° 27′	87° 27′
(210):(1$\bar{1}$0)	2	2	69 14 —69 24	69 19	69 17
(210):(2$\bar{1}$0)	1	1	—	52 6	51 7
(110):($\bar{1}$11)	4	4	86 38 —86 50	86 42	86 38
($\bar{1}$11):($\bar{1}\bar{1}$1)	4	4	49 50 —51 26	50 50	50 45
($\bar{1}\bar{1}$0):($\bar{1}\bar{1}$1)	1	2	57 11 —57 55	57 33	57 45

Die Krystalle sind parallel (100) spaltbar.

Das Salz zeigt keine krystallographischen Analogieen mit den früher beschriebenen wasserfreien Alkalisalzen.

8. Natriumplatonitrit

$Na_2 Pt . 4 NO_2$.

Rhombisch oder monoklinisch?

$$a : b : c = 1,4442 : 1 : 0,6637$$

Beobachtete Formen: $(100)\infty\breve{P}\infty$, $(110)\infty P$, $(101)\breve{P}\infty$. Die Krystalle sind farblose, und frisch dargestellt zugleich durchsichtige, sechsseitige Säulen oder nach dem Pinakoïd abgeplattete oder sogar tafelförmige nach der Verticalaxe langgestreckte Combinationen (100).(110). Die säulenförmigen Krystalle, welche, wie es scheint, nur bei der Krystallisation von einer grösseren Menge des Salzes erhalten werden, sind an den Enden durch eine zweiflächige, der Zone (100)(001) angehörige Zuschärfung geschlossen, während die durch Vorwalten des Pinakoïdes (100) dünnen, tafelförmigen Krystalle, welche bei geringer Menge der Lösung auskrystallisiren, nur durch eine dieser Flächen — als 101 angenommen — an jedem Ende begrenzt werden.

Das Salz verwittert ausserordentlich schnell bei gewöhnlicher Temperatur, selbst in ziemlich feuchter Luft; die ursprünglich dargestellten, zur krystallographischen Untersuchung bestimmten säulenförmigen Krystalle, welche längere Zeit — und zwar in geschlossenem Rohre — aufbewahrt waren, wurden fast augenblicklich an den Flächen matt und waren sehr schnell mit einem weissen Ueberzuge überzogen, so dass es sich unmöglich erwies, selbst eine approximative Bestimmung an ihnen auszuführen.

Durch Umkrystallisation erhielt ich dünne Tafeln, an welchen, wie oben berührt, nur die eine der zwei Endflächen vorkam. Es ist daher die Bestimmung des Krystallsystems unmöglich gewesen.

Die Messungen an einigen Krystallen, in einer künstlich mit Wasserdämpfen beladenen Atmosphäre vorgenommen, ergaben folgende Werthe der vorkommenden Kanten:

	Mittel:	Berechnet:
(110):(100)	55° 10′	55° 18′
(110):($\bar{1}$00)	124 31	124 42
(110):($\bar{1}$10)	69 9	69 24
(100):(101)	65 13	65 19
(110):(101)	76 37	76 15
($\bar{1}$10):(101)	103 53	103 45

In dem Falle, dass die Krystalle monoklinisch sein sollten, würden den Flächen wahrscheinlich dieselben Symbole zukommen; wenigstens ist die Domafläche und demnach auch das Pinakoïd der Zone (100) (001) angehörig.

Die Krystalle besitzen eine ausgezeichnete Spaltungsrichtung parallel (100).

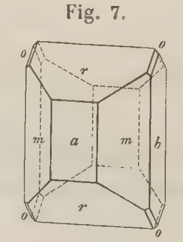
9. Lithiumplatonitrit

$Li_2 Pt . 4 NO_2 + 3 H_2O$.

Rhombisch. $a : b : c = 0,9576 : 1 : 0,7505$

Beobachtete Formen (s. Fig. 7): $b = (010)\infty\breve{P}\infty$, $m = (110)\infty P$, $r = (101)\bar{P}\infty$, $a = (100)\infty\bar{P}\infty$, $o = (121)2\breve{P}2$. Die Krystalle sind farblose, durchsichtige Combinationen der zwei Prismen (110), (101) mit dem mehr oder weniger ausgebildeten Flächenpaare (010). Das Pinakoïd (100), welches immer auftritt, ist sehr zurückgedrängt. Durch Vorwalten des Flächenpaares (010) werden die grösseren Krystalle bisweilen tafelförmig und sind dann zugleich nach der Verticalaxe lang gestreckt; die kleinen hingegen haben in der Regel durch gleichmässige Ausbildung der zwei Prismen einen oktaëdrischen Habitus. An diesen Kryställchen (s. Figur) habe ich sehr kleine und schlecht ausgebildete, die Kanten zwischen (010) und (101) abstumpfende Flächen zweier Pyramiden beobachtet. Nach den durch zwei approximative Messungen gestützten Zonenbeobachtungen, gehört die eine der Form (121) an, während der anderen nach einer einzigen sehr approximativen Messung wahrscheinlich das Symbol (111)P zukommt.

Fig. 7.



Die Krystalle sind klein; ihre Flächen sind uneben und geben ziemlich verwischte Spiegelbilder; das Salz ist dazu unter gewöhnlichen Umständen zerfliesslich.

Aus Beobachtungen an 12 Krystallen ergeben sich folgende Mittelwerthe:

	Anzahl der Kryst.:	Anzahl der Kant.:	Grenzwerthe:	Mittel:	Ber.:
$m : m$ = (110):($\bar{1}$10)	2	2	92° 17′—92° 25′	92° 21′	92° 29′
$m : m$ = (110):(1$\bar{1}$0)	5	5	87 25 —87 54	*87 31	—
$m : b$ = (110):(010)	6	9	45 31 —46 27	46 10,5	46 15,5
$m : a$ = (110):(100)	2	2	43 37 —43 42	43 39	43 45,5

	Anzahl der Kryst.:	Anzahl der Kant.:	Grenzwerthe:	Mittel:	Ber.:
$r : r = (101):(\bar{1}01)$	4	6	75° 54′—76° 14′	*76° 6,5′	76° 10′
$r : a = (100):(101)$	2	2	51 56—52 8	*52 2	51 55
$m : r = (110):(101)$	12	15	63 5—64 2	*63 26	63 33
$m : o = (\bar{1}\bar{1}0):(\bar{1}\bar{2}1)$	1	1	—	ca. 35	35 20
$r : o = (101):(\bar{1}\bar{2}1)$	—	—	—	—	81 7
$b : r = (010):(101)$	2	3	89 53—90 7	89 58	90 0
$= (010):(111)$	1	1	—	ca. 32	30 34
$b : o = (010):(121)$	1	1	—	ca. 40½	40 15
$= 111 : 1\bar{1}1$	—	—	—	—	61 8
$o : o = (121):(1\bar{2}1)$	—	—	—	—	99 30
$o : o = (121):(\bar{1}21)$	—	—	—	—	46 58,5
$= (111):(\bar{1}11)$	—	—	—	—	64 9,5

Das Salz besitzt keine deutlichen Spaltungsrichtungen.

10. Baryumplatonitrit

$BaPt.4NO_2 + 3H_2O.$

Monoklinisch? $a : b : c = 1{,}7474 : 1 : 3{,}0006$
$\beta = 88^0\,48'$.

Beobachtete Formen (s. Fig. 8*)): $c = (001)oP$, $o = (111)-P$, $\omega = (1\bar{1}1)+P$, $s = (55\bar{9}) + \frac{5}{9}P$, $x = (2\bar{2}\bar{9}) - \frac{2}{9}P$, $b = (010)\infty P\infty$. Das Salz krystallisirt in farblosen, wasserhellen, diamantglänzenden, tafel- oder säulenförmigen Krystallen, welche fast alle einen von durchgehend unvollflächiger Ausbildung der Hemipyramiden herrührenden triklinischen Habitus darbieten.

Fig. 8.

Die tafelförmigen Krystalle sind von der von Pyramidenflächen begrenzten Basis gebildet; die Flächen der positiven Hemipyramide $(2\bar{2}\bar{9})$ kommen zwar ziemlich häufig, aber nur mit einem Flächenpaare ausgebildet vor, ebenso wie die Form $(\bar{5}\bar{5}9)$, welche jedoch immer zugegen ist. Die zwei Hälften der Grundform $(111).(1\bar{1}1)$, im Gleichgewicht ausgebildet, kommen immer vor, aber auch sie sind nie vollständig mit allen Flächen ausgebildet; sehr häufig sind die Krystalle mit Bezug auf die an den Enden der Orthodiagonale liegenden Flächen hemimorph; an der einen Seite der (?) Symmetrieebene treten die Flächen der Grundform $(111).(1\bar{1}1)$

*) In der Figur ist die (?) Symmetrieaxe b nach vorn gerichtet, die Indices beziehen sich also auf die Axen in der Reihenfolge b, a, c und entsprechen der Stellung der Figur.

sehr regelmässig ausgebildet auf, während die Begrenzung am entgegengesetzten Ende der Orthodiagonale aus den Flächen der zwei negativen Pyramidenhälften $(\bar{1}11)$ und $(5\bar{5}9)$ besteht. — Nicht selten kommen alle Pyramidenflächen in einer Transversalzone $[(001).(110)]$ vor, während in der anderen $[(001).(1\bar{1}0)]$ nur das Flächenpaar $(1\bar{1}1)$ allein auftritt.

Die Krystalle sind bisweilen, statt tafelförmig nach der Basis, durch gleichmässige Ausdehnung der Basis und eines der positiven Hemipyramide (111) angehörigen Flächenpaares säulenförmig ausgebildet; die Längsrichtung der Säulen ist alsdann parallel der Axe der Zone $[(001).(111)]$. — An den spitzen Kanten dieser vierseitigen Prismen ist ein Flächenpaar der Form $(\bar{5}59)$ als schmale Abstumpfungen aufgesetzt, während die Säulen an den Enden von einem Flächenpaar der negativen Grundpyramide geschlossen sind, und die Combinationskanten zwischen diesen Endflächen und den anscheinend als Prisma auftretenden Flächenpaaren (001) und $(111.\bar{1}\bar{1}\bar{1})$ durch die Flächenpaare (010) und $(\bar{2}29, 2\bar{2}\bar{9})$ abgestumpft sind. Solche anscheinend triklinische Combinationen, an welchen von jeder Pyramidenhälfte nur ein Flächenpaar ausgebildet ist, kommen häufig vor.

Die Krystalle sind parallel der Basis und den zweien der Flächenpaare der Grundpyramide, welche am häufigsten vorkommen, nämlich $(111, \bar{1}\bar{1}\bar{1})$ und $(1\bar{1}1, \bar{1}1\bar{1})$ ausgezeichnet spaltbar, während keine oder wenigstens keine hervortretende Spaltbarkeit nach den zwei andern Flächenpaaren der Grundform zu beobachten ist. Dies Verhältniss in Verbindung mit dem am häufigsten triklinischen Habitus der Krystalle spricht für das asymmetrische Krystallsystem; die an einigen der am vollständigsten ausgebildeten Krystalle mit grosser Sorgfalt ausgeführten Messungen gaben jedoch so geringe Abweichungen von dem monoklinischen System, dass für die Berechnung dieses beibehalten werden musste.

Die Flächen sind ausgezeichnet glänzend, aber gewöhnlich uneben und gekrümmt; sie spiegeln daher selten gut, und die Messungen sind unter einander wenig übereinstimmend. Aus Beobachtungen an elf Krystallen ergeben sich folgende Mittelwerthe:

	Anzahl der Kryst.:	Anzahl der Kant.:	Grenzwerthe:	Mittel:	Ber.:
$c : o = (001):(111)$	9	9	72°54′ — 73°36′	*73°19′	—
$c : \omega = (001):(1\bar{1}1)$	9	13	73 54 — 74 34	*74 25	—
$c' : o = (00\bar{1}):(111)$	2	2	106 37 — 107 0	106 48	106°41
$c : s = (001):(5\bar{5}9)$	7	7	62 49 — 63 21	63 9	62 58
$c : x = (001):(229)$	2	2	36 56 — 37 44	37 12	37 18,5
$\omega : s = (1\bar{1}1):(5\bar{5}9)$	2	2	10 57 — 11 23	11 14	11 27
$\omega : x = (1\bar{1}1):(2\bar{2}\bar{9})$	5	6	67 39 — 68 37	68 16	68 16,5
$o : s = (111):(55\bar{9})$	3	3	43 15 — 44 7	43 40	43 43
$o : \omega = (111):(11\bar{1})$	4	7	32 13 — 33 11	32 42	32 16

	Anzahl der Kryst.:	Anzahl der Kant.:	Grenzwerthe:	Mittel:	Ber.:
$o : \omega = (111):(1\bar{1}1)$	8	11	56°39′— 57°19′	*57° 0′	—
$b : o = (010):(111)$	1	1	—	ca. 62 0	61°12′
$b' : \omega = (0\bar{1}0):(1\bar{1}1)$	2	2	61 34 — 61 40	61 36	61 48
$b : x = (010):(229)$	1	1	—	72 16	71 29
$b : c = (010):(001)$	—	—	—	—	88 48
$\omega : s = (1\bar{1}1):(55\bar{9})$	4	4	71 2 — 71 49	71 27	71 47
$\omega : s' = (1\bar{1}1):(\bar{5}\bar{5}9)$	4	4	107 44 —108 28	108 4	108 13
$o : x = (111):(\bar{2}29)$	1	1	—	94 35	93 46,5
$x : s = (\bar{2}29):(5\bar{5}9)$	1	1	—	50 19	50 35
$x : x = (5\bar{5}9):(\bar{5}\bar{5}9)$	—	—	—	—	101 16
$s : s = (229):(\bar{2}29)$	—	—	—	—	63 28,5
$\omega : \omega = (1\bar{1}1):(\bar{1}\bar{1}1)$	—	—	—	—	113 27
$o : o = (111):(\bar{1}11)$	—	—	—	—	112 29

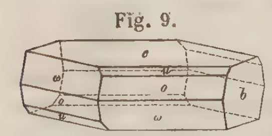
11. Strontiumplatonitrit

$Sr\,Pt\,.\,4\,NO_2 + 3H_2\,O.$

Monoklinisch? $a : b : c = 1,7863 : 1 : 2,8051$
$\beta = 86^0\,55'$.

Beobachtete Formen (s. Fig. 9): $c = (001)oP$, $b = (010)\infty P\infty$, $o = (111) - P$, $\omega = (1\bar{1}1) + P$, $u = (114) - \frac{1}{4}P$, $(116) - \frac{1}{6}P$, $(227) - \frac{2}{7}P$, $(223) - \frac{2}{3}P$. Stellung der Figur und Indices wie bei dem vorigen Salze. Die Krystalle sind farblose, wasserhelle sechsseitige Tafeln; die Basis von dem Flächenpaare (010) und den, jedoch nicht immer vollzählig vorhandenen Flächen der zwei Hemipyramiden (111) und $(1\bar{1}1)$ begrenzt. Den von der positiven Hemipyramide und der Basis gebildeten Kanten aufgesetzt, kommt eine grosse Reihe von Pyramidenflächen vor, unter welchen die der Form (114) angehörigen sehr häufig, die der Form (223) hingegen nur selten beobachtet sind. Diese Flächen treten selten an allen gleichnamigen Kanten auf; die Krystalle erhalten daher — wie die der Baryumverbindung einen triklinischen Habitus.

Fig. 9.



Die Krystalle besitzen drei ausgezeichnete Spaltungsrichtungen parallel der Basis, einem der positiven und einem der negativen Hemipyramide angehörigen Flächenpaare, demnach eine auf das triklinische Krystallsystem hindeutende Spaltbarkeit. Dessen ungeachtet habe ich jedoch nach einigen an ziemlich vollständig ausgebildeten Krystallindividuen vorgenommenen Messungen, wie für die Baryumverbindung, das monoklinische System angenommen.

Die Flächen sind ausgezeichnet glänzend, geben aber wegen Krüm-

mung und Unebenheit ziemlich schlechte Spiegelbilder. Die Messungen sind daher sehr wenig unter einander übereinstimmend.

An einigen Krystallen habe ich Zwillingsbildung beobachtet: Axe die Normale der Basis, welche Zusammensetzungsfläche ist. Einspringende Winkel werden von den Pinakoïdflächen und den derselben Hemipyramide angehörigen Flächen der zwei Individuen gebildet. An einem Krystall habe ich

$(111)_{,} : (111)_{,,} = 32^0\ 10'$ gemessen; berechnet $31^0\ 52'$.

Aus Beobachtungen an neun Krystallen habe ich folgende Mittelwerthe erhalten:

		Anzahl der				
		Kryst.:	Kant.:	Grenzwerthe:	Mittel:	Ber.:
$c : b$	= (001):(010)	5	5	87° 53′—88° 23′	88° 8′	86° 55′
$c : b'$	= $(001):(0\bar{1}0)$	7	8	91 10 —92 15	91 43	93 5
$c : \omega$	= $(001):(1\bar{1}1)$	9	14	73 34 —74 28	*74 6	—
$c : o$	= (001):(111)	6	6	70 57 —71 34	*71 20	—
	(001):(223)	1	1	—	63 43	63 44
	(001):(227)	4	4	41 2 —42 6	41 35	41 51,5
$c : u$	= (001):(114)	5	6	36 47 —37 56	37 30	38 10
	(001):(116)	2	2	27 16 —27 38	27 27	27 49,5
$o : \omega$	= $(111):(11\bar{1})$	4	5	34 15 —35 0	34 34	34 34
$b : o$	= (010):(111)	4	6	61 24 —62 0	61 38	61 22
$o : \omega$	= $(111):(1\bar{1}1)$	6	7	55 12 —56 3	*55 40	—
$b' : \omega$	= $(0\bar{1}0):(1\bar{1}1)$	5	5	62 11 —62 54	62 30	62 58
$b : u$	= (010):(114)	1	1	—	71 25	69 55
	(010):(223)	1	1	—	63 53	62 32
$\omega : \omega$	= $(1\bar{1}1):(\bar{1}\bar{1}1)$	1	1	—	113 55	114 6,5
$o : o$	= $(111):(\bar{1}11)$	—	—	—	—	111 31
	$(223):(\bar{2}23)$	—	—	—	—	102 58
	$(227):(\bar{2}27)$	—	—	—	—	71 13
$u : u$	= $(114):(\bar{1}14)$	—	—	—	—	65 16
	$(116):(\bar{1}16)$	—	—	—	—	48 4

Das Salz ist mit der Baryumverbindung vollständig isomorph.

12. Bleiplatonitrit

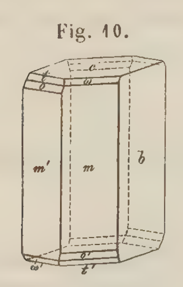
$Pb\,Pt \,.\, 4\,NO_2 + 3\,H_2O.$

Monoklinisch. $a : b : c = 1,8266 : 1 : 2,3844$
$\beta = 87^0\ 42'.$

Beobachtete Formen (s. Fig. 10, S. 484): $b = (010) \infty P\!\!\!/ \infty$, $m = (110) \infty P$, $c = (001) oP$, $o = (1\bar{1}1) + P$, $t = (1\bar{1}2) + \frac{1}{2} P$, $\omega = (443) - \frac{4}{3} P$. Stellung

der Figur und Indices entsprechend den vorigen. Gelbe, fast undurchsichtige, regelmässige, sechsseitige Prismen $(110).(100)$ mit fast gerade aufgesetzten Endflächen. Die spitzen Combinationskanten zwischen Basis und Prisma werden von sehr schmalen aber ziemlich glänzenden Flächen der zwei negativen Hemipyramiden $(\bar{1}\bar{1}1)$ und $(\bar{1}\bar{1}2)$ abgestumpft, während den entgegengesetzten stumpfen Kanten bisweilen schmale und gleichzeitig matte Flächen einer positiven Hemipyramide (443) aufgesetzt sind.

Fig. 10.



Die Flächen sind — mit Ausnahme von denen der letzten Form — glänzend; die Prismenflächen sind jedoch parallel der Basis gestreift, eben so wie die Endflächen selbst uneben sind und parallel der Symmetrieebene — d. h. senkrecht zur Kante $(100).(001)$ gestreift sind. Alle Messungen, ausgenommen die der verticalen und der der Symmetrieaxe parallelen Zone, sind daher schwankend und unsicher.

Das Salz hält sich unverändert an der Luft.

Aus Beobachtungen an sechs Krystallen ergaben sich folgende Kantenwinkelwerthe:

	Anzahl der				
	Kryst.:	Kant.:	Grenzwerthe:	Mittel:	Ber.:
$b : m = (010):(110)$	5	8	61° 7'—61°33'	61°15'	61°17
$m : m = (110):(1\bar{1}0)$	5	7	57 19—57 43	*57 26,5	—
$b : c = (010):(001)$	2	2	87 30—87 33	*{87 32	87 42
$b : c' = (010):(00\bar{1})$	5	5	91 56—92 31	{92.16	92 18
$b' : o = (0\bar{1}0):(1\bar{1}1)$	2	2	63 41—64 25	64 3	63 55
$b' : t = (0\bar{1}0):(1\bar{1}2)$	4	6	67 30—68 49	68 20	68 29,5
$b : \omega = (010):(443)$	—	—	—	—	65 15,5
$m : c = (110):(001)$	4	5	87 45—89 7	88 40	88 54
$m' : c = (\bar{1}\bar{1}0):(001)$	5	6	90 40—91 52	91 22	91 6
$c : o = (001):(\bar{1}\bar{1}1)$	6	6	70 0—71 38	*70 46	—
$c : t = (001):(\bar{1}\bar{1}2)$	6	8	53 50—55 0	54 15	54 22
$c : \omega = (001):(443)$	2	2	72 50—73 0	72 55	73 33
$m : t = (\bar{1}\bar{1}0):(\bar{1}\bar{1}2)$	1	1	—	36 53	36 44
$m : o = (\bar{1}\bar{1}0):(\bar{1}\bar{1}1)$	1	1	—	20 18	20 20
$o : o = (1\bar{1}1):(\bar{1}\bar{1}1)$	—	—	—	—	111 50
$t : t = (1\bar{1}2):(\bar{1}\bar{1}2)$	—	—	—	—	90 56
$\omega : \omega = (443):(\bar{4}43)$	—	—	—	—	114 32
$\omega : o = (443):(1\bar{1}1)$	1	1	—	54 25	54 28

Die Krystalle sind ausgezeichnet spaltbar parallel der Basis.

Das Salz hat, wie ersichtlich, dieselbe Zusammensetzung wie die oben beschriebenen Baryum- und Strontiumverbindungen, während die krystallographischen Verhältnisse bei der gewählten Aufstellung des Bleisalzes (nach welcher die hier vorherrschende Form, welche den Krystallen die säulenförmige Ausbildung giebt, als verticales Grundprisma angenommen ist) bei erstem Anblicke keine Analogieen darzubieten scheinen. Bei der Betrachtung der Winkelverhältnisse der an den Krystallen auftretenden, beim Bleisalze jedoch untergeordnet ausgebildeten Pyramidenflächen zeigt sich eine gewiss nicht zufällige Uebereinstimmung:

	Baryumsalz:	Strontiums.:	Bleisalz:	
$c : o = (001):(111)$	$73^0\ 19'$	$71^0\ 19'$	$70^0\ 46'$	$(001):(\bar{1}\bar{1}1) = c : o$
$c : \omega = (001):(\bar{1}\bar{1}1)$	74 1	74 25	73 33	$(001):(443) = c : \omega$
$o : o = (111):(\bar{1}11)$	112 29	111 30	111 50	$(1\bar{1}1):(\bar{1}\bar{1}1) = o : o$
$\omega : \omega = (1\bar{1}1):(\bar{1}\bar{1}1)$	113 27	114 4	114 32	$(443):(\bar{4}43) = \omega : \omega$

Stellt man nun die Krystalle des Bleisalzes so auf, dass die angeführten Hemipyramiden dieselben Symbole wie die an den zwei anderen Salzen auftretenden, mit welchen die Kantenwinkel Analogien darbieten, erhalten, so resultirt für das Bleisalz das Axenverhältniss:

$$a : b : c = 1,8266 : 1 : 2,7270$$
$$\beta = 86^0\ 49',$$

welches vollständig mit den Axenverhältnissen der Baryum- und Strontiumverbindungen übereinstimmt.

Die an dem Bleisalze beobachteten Formen erhalten dann folgende Indices:

ursprüngliche Axen: (001), (110), (010), $(\bar{1}\bar{1}1)$, $(\bar{1}\bar{1}2)$, (443),
neue Aufstellung: (001), $(\bar{7}\bar{7}1)$, $(0\bar{7}1)$, (111), $(7.7.15)$, $(\bar{1}\bar{1}1)$,

wo allerdings die Indices der vorherrschend ausgebildeten Form nicht sehr einfach sind.

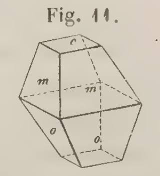
13. Cadmiumplatonitrit

$CdPt.4NO_2 + 3H_2O$.

Monoklinisch. $a : b : c = 1,0628 : 1 : 1,5860$
$\beta = 81^0\ 35',5.$

Beobachtete Formen (s. Fig. 11): $m = (110)\infty P$, $o = (\bar{1}11) + P$, $c = (001)oP$. Die Krystalle sind wachsgelbe, durchsichtige, ausgezeichnet glänzende Combinationen des Prismas mit der negativen Hemipyramide: deren vierseitige Ecken oben und unten durch die Basis stark abgestumpft sind. Die Krystalle sind — indem Prismen- und Hemipyramidenflächen im Gleichgewichte vorkommen, vollständig oktaëdrisch ausgebildet. Häufig sind die Flächen

Fig. 11.

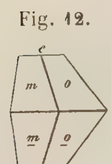


der einen Hälfte der Krystalle so stark von der Basisfläche abgeschnitten, dass sie nur als sehr schmale Abstumpfungen an den von der Basis gebildeten Kanten erscheinen, oder sogar ganz fehlen.

Zwillingsbildung kommt nicht selten vor: Zwillingsaxe die Normale zur Fläche (001), welche selbst Umdrehungsfläche ist; s. Figur 12, Projection auf die Symmetrieebene. Einspringende Winkel kommen bisweilen vor. An einem Zwillinge fand ich:

$$(\bar{1}11)_{,}:(\bar{1}11)_{,,} = 39^0\,8' \text{ berechnet } 39^0\,54'.$$

Fig. 12.



Die Flächen sind ausgezeichnet glasglänzend, aber, ausgenommen die Basis, gekrümmt und uneben, so dass sie schlechte Spiegelbilder geben. Mehrere Messungen sind daher unter einander wenig übereinstimmend. Das Salz verwittert sehr schnell an trockner Luft; die Messungen sind daher bei niedriger Temperatur und in einer feuchten Atmosphäre vorgenommen.

Aus Beobachtungen an acht Krystallen erhielt ich folgende Werthe:

	Anzahl der				
	Kryst.:	Kant.:	Grenzwerthe:	Mittel:	Ber.:
$c:o = (001):(\bar{1}\bar{1}1)$	8	15	69° 18′—71° 5′	*70° 3′	—
$c:m' = (001):(\bar{1}\bar{1}0)$	4	5	93 52 —95 40	94 37	95° 47′
$c:m = (001):(110)$	5	7	83 25 —85 40	84 34	84 13
$m':o = (\bar{1}\bar{1}0):(\bar{1}\bar{1}1)$	3	3	24 21 —25 59	25 8	25 44
$m:m = (110):(1\bar{1}0)$	4	4	92 26 —93 43	93 11	92 52
$o:o = (\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1)$	5	5	85 53 —86 50	*86 24	—
$o:o = (\bar{1}11):(11\bar{1})$	3	3	92 43 —95 31	93 44	93 36
$m:o = (110):(\bar{1}11)$	5	6	84 27 —84 57	*84 46	—
$m':o = (\bar{1}\bar{1}0):(\bar{1}11)$	2	2	95 25 —95 28	95 26	95 14

Die Krystalle sind parallel der Basis ausgezeichnet spaltbar.

Das Salz scheint gar keine krystallographischen Analogieen mit den analog zusammengesetzten Baryum-, Strontium- und Bleiverbindungen darzubieten.

14. Magnesiumplatonitrit

$MgPt.4NO_2 + 5H_2O.$

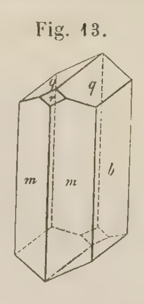
Monoklinisch. $a:b:c = 0{,}6101:1:0{,}4102$

$\beta = 81^0\,24{,}'5.$

Beobachtete Formen (s. Fig. 13, S. 487): $b = (010)\infty\mathcal{R}\infty$, $m = (110)\infty P$, $q = (011)\mathcal{R}\infty$, $r = (101) - P\infty$. Das Salz krystallisirt in farblosen, wasserhellen Combinationen des Prismas mit vorherrschend aus-

gebildetem Klinopinakoide (010).(110). Die nach der Verticalaxe langgestreckten sechsseitigen Prismen sind gewöhnlich an den Enden von dem Klinodoma — häufig nur mit einem Flächenpaare ausgebildet — begrenzt. An einigen Krystallen kommt, jedoch ziemlich untergeordnet, das positive Hemidoma (101) die vierseitigen Ecken zwischen Prisma und Klinodoma abstumpfend vor. An einem Krystalle habe ich an den von dem Doma (011) und dem Prisma gebildeten Kanten Spuren von einer positiven Hemipyramide, den Zonenverhältnissen nach mit dem Symbole (121), beobachtet.

Fig. 13.



Die Flächen sind glänzend, aber uneben und zerfressen; das Salz hält sich gut an der Luft.

Aus Beobachtungen an sieben Krystallen ergaben sich folgende Kantenwinkelwerthe:

	Anzahl der Kryst.:	Anzahl der Kant.:	Grenzwerthe:	Mittel:	Ber.:
$b : m$ = (010):(110)	6	10	58° 24′ — 59° 2′	58° 50′	58° 54′
$b : m'$ = (010):(1$\bar{1}$0)	5	5	121 4 — 121 8	*121 6	—
$m : m$ = (110):(1$\bar{1}$0)	3	3	61 52 — 62 20	62 2	62 12
$b : q'$ = (010):(0$\bar{1}$1)	3	3	112 20 — 112 58	112 33	112 4,5
$b : q$ = (010):(011)	3	4	67 39 — 68 6	67 50	67 55,5
$q : q$ = (011):(0$\bar{1}$1)	2	2	44 2 — 44 8	44 5	44 9
= (101):(121)	1	1	—	32 circa	34 23,5
$b : r$ = (010):(101)	2	2	90 6 — 90 13	90 9,5	90 0
= (121):(1$\bar{2}$1)	—	—	—	—	68 47
$m' : q$ = ($\bar{1}$10):(011)	4	4	85 3 — 85 53	*85 40	—
$q : r$ = (011):(101)	2	2	36 44 — 37 17	37 0	37 31
$m : r$ = (110):(101)	2	2	57 2 — 58 7	57 34	56 49
$m : q$ = (110):(011)	6	7	70 42 — 72 21	*71 47	—
= (110):(121)	—	—	—	—	29 54,5

Die Krystalle sind parallel (010) ausgezeichnet spaltbar.

15. Cobaltplatonitrit

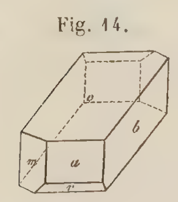
$CoPt.4NO_2 + 8H_2O$.

Triklinisch. $a : b : c = 0,6996 : 1 : 0,88$

A =	86° 56′	α =	84° 56′
B =	107 39	β =	108 5
C =	95 44	γ =	97 1.

Beobachtete Formen (s. Fig. 14): $b = (010)\infty\breve{P}\infty$, $c = (001)oP$, $m = (1\bar{1}0)\infty'P$, $a = (100)\infty\bar{P}\infty$, $r = (10\bar{1}),\bar{P},\infty$. Das Salz krystallisirt in rothen, undurchsichtigen, vierseitigen Prismen, den häufig nach (001) etwas abgeplatteten Combinationen: (010).(001), an den Enden durch eine schief aufgesetzte zweiflächige Zuschärfung, die mit (010) tautozonalen, im Gleichgewichte ausgebildeten Flächenpaare (100).(1$\bar{1}$0), geschlossen. An einem einzigen Krystalle habe ich ein die spitzen Kanten (100).(00$\bar{1}$) abstumpfendes Flächenpaar beobachtet; diese Flächen, als der Form (10$\bar{1}$) angehörig angenommen, ermöglichten die Bestimmung der relativen Länge der Verticalaxe; sie waren jedoch matt, so dass der betreffende Kantenwinkel sich nur ganz annäherungsweise bestimmen liess.

Fig. 14.



Die übrigen Flächen sind glänzend, spiegeln gut und geben recht übereinstimmende Messungen.

Das Salz hält sich unverändert an der Luft.

An sechs Krystallen erhielt ich folgende Mittelwerthe:

	Anzahl der Kryst.:	Anzahl der Kant.:	Grenzwerthe:	Mittel:	Ber.:
$b:m = (0\bar{1}0):(1\bar{1}0)$	5	6	60° 4′— 60° 34′	60° 19′	60° 17′
$a:m = (100):(1\bar{1}0)$	5	5	35 15 — 35 35	*35 27	—
$a:b = (010):(\bar{1}00)$	6	7	84 2 — 84 21	*84 16	—
$c:b = (001):(0\bar{1}0)$	3	3	86 38 — 87 21	86 54	86 56
$= (001):(010)$	6	6	93 5 — 93 48	93 23	93 4
$c:m = (001):(1\bar{1}0)$	2	2	72 47 — 73 3	72 55	72 48
$c':m = (00\bar{1}):(110)$	5	5	106 58 —107 33	*107 15	107 12
$a:c = (100):(001)$	2	2	72 1 — 72 14	72 7,5	72 21
$a:c' = (100):(00\bar{1})$	5	5	107 25 —108 16	*107 34	107 39
$a:r = (\bar{1}00):(\bar{1}01)$	1	1	—	*44 50 ca.	—
$b:r = (0\bar{1}0):(\bar{1}01)$	—	—	—	—	82 22

Die Krystalle sind parallel (010) ausgezeichnet, parallel (001) gut spaltbar.

Das Salz ist mit den analog zusammengesetzten Nickel-, Mangan- und Zinkverbindungen isomorph.

16. Nickelplatonitrit

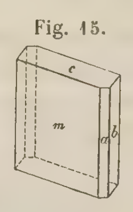
$NiPt.4NO_2 + 8H_2O$.

Triklinisch, mit dem Kobaltsalze isomorph.

Beobachtete Formen (siehe Fig. 15, Seite 489): $m = (1\bar{1}0)\infty'P$,

$b = (010)\infty\breve{P}\infty$, $c = (001)oP$, $a = (100)\infty\bar{P}\infty$. Die Krystalle sind grüne, durchsichtige, sehr dünne Tafeln oder Blätter, vom Flächenpaare $(1\bar{1}0)$ gebildet, aber in der Regel ohne deutlich ausgebildete Randkantenflächen. Wo solche vorkommen, sind die Tafeln vierseitig, fast quadratisch, von den zwei Pinakoïden (001) und (010) begrenzt. An den spitzen Kanten zwischen Prisma und Brachypinakoïd kommt bisweilen das Flächenpaar (100) als sehr schmale Abstumpfungen aufgesetzt vor.

Fig. 15.



Die Flächen sind glänzend, namentlich die Randkantenflächen, so dass sie sich, ihrer Kleinheit ungeachtet, recht gut messen liessen.

Das Salz hält sich unverändert an der Luft.

An sechs Krystallen habe ich folgende Kantenwinkel gemessen; die für das Kobaltsalz berechneten Werthe sind zum Vergleiche beigefügt:

	Anzahl der Kryst.:	Anzahl der Kant.:	Grenzwerthe:	Mittel:	Ber. für *Co*:
{$b' : m = (0\bar{1}0):(1\bar{1}0)$	5	6	59° 7′ — 60° 52′	60° 6′	60° 17′
{$b : a = (010):(100)$	1	1	—	85 ca.	84 16
$b : c = (010):(001)$	4	4	93 0 — 93 51	93 30	93 4
{$c : m' = (001):(\bar{1}10)$	4	4	107 33 — 107 38	107 36	107 12
{$c : m = (001):(1\bar{1}0)$	1	1	—	72 18	72 48

Spaltbarkeit ausgezeichnet parallel (010).

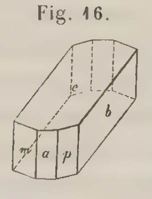
17. Manganoplatonitrit

$Mn\,Pt \,.\, 4\,NO_2 + 8\,H_2O$.

Triklinisch. $a : b : c = 0,7025 : 1 : x$

$A = 87°\ 0'$ $\alpha = 84°\ 31'$
$B = 107\ 18$ $\beta = 107\ 52$
$C = 97\ 24$ $\gamma = 98\ 43$

Fig. 16.



Beobachtete Formen (s. Fig. 16): $b = (010)\infty\breve{P}\infty$, $c = (001)oP$, $p = (110)\infty P'$, $m = (1\bar{1}0)\infty{}'P$, $a = (100)\infty\bar{P}\infty$. Das Salz krystallisirt in oft ziemlich grossen röthlichen oder braungelben gestreiften Prismen, welche oft zu grösseren Tafeln parallel zusammengewachsen sind. Die Krystalle sind durchsichtig, jedoch mit ausgeschiedenem braunen Manganoxyd durchsäet. Die Prismen sind gebildet von den gewöhnlich im Gleichgewichte ausgebildeten Pinakoïden (001).(010), und an den Enden durch das schief aufgesetzte Flächenpaar

(1$\bar{1}$0), oder durch die drei mit (010) tautozonalen Flächenpaare (110).(1$\bar{1}$0).(100) begrenzt. Die Prismenflächen (1$\bar{1}$0) walten immer unter den Endflächen vor.

Die Form (110), welche sehr häufig an diesem Salze vorkommt, ist nicht an den mit diesem isomorphen Kobalt- und Nickelsalzen beobachtet.

Die Krystalle sind selten an beiden Enden ausgebildet.

Die Flächen sind glasglänzend; das Salz hält sich unverändert an der Luft.

An sechs Krystallen erhielt ich folgende Kantenwinkelwerthe:

	Anzahl der Kryst.:	Anzahl der Kant.:	Grenzwerthe:	Mittel:	Ber.:
$b : m = (0\bar{1}0):(1\bar{1}0)$	5	5	61° 3'—61°33'	*61°18'	—
$a : m = (100):(1\bar{1}0)$	2	2	35 52—36 5	*{36 0	36° 6'
$a : b = (100):(010)$	1	1	—	*{82 29	82 36
$a : p = (100):(110)$	1	1	—	31 ca.	31 31
$b : p = (010):(110)$	1	1	—	51 17	51 5
$p : m = (110):(1\bar{1}0)$	1	1	—	67 32	67 37
$b : c = (0\bar{1}0):(001)$	6	7	86 5—87 24	*87 0	—
$c : m = (001):(1\bar{1}0)$	5	6	72 35—73 21	*72 54	—
$c : a = (001):(100)$	2	2	72 28—72 40	72 32	72 42
$c : p = (001):(110)$	1	1	—	77 41	78 7

Die Krystalle besitzen ausgezeichnete Spaltbarkeit parallel (001) und (010).

Die Länge der Verticalaxe liess sich nicht bestimmen, weil an den Krystallen keine anderen, diese Axe schneidenden Flächen als (001) vorkamen.

18. Zinkplatonitrit

$Zn\,Pt\,.\,4\,NO_2 + 8\,H_2\,O.$

Triklinisch, mit dem Mangan- und Kobaltsalze isomorph.

Beobachtete Formen: $c = (001)oP$, $b = (010)\infty\breve{P}\infty$, $p = (110)\infty P'$, $m = (1\bar{1}0)\infty\,'P$, $a = (100)\infty\bar{P}\infty$. Die Krystalle sind farblose, durchsichtige — jedoch von ausgeschiedenem rothen Diplatonitrite hie und da gefleckte rhomboëderähnliche Combinationen der Formen (001).(010).(1$\bar{1}$0), oder Combinationen des gesammten Formencomplexes vollständig vom Habitus des Mangansalzes (Fig. 16).

Wie bei diesem Salze kommt auch hier das Flächenpaar (1$\bar{1}$0) gewöhnlich vor.

Die Krystalle sind selten vollständig an allen Seiten ausgebildet.

Die Flächen sind glasglänzend aber uneben und zerfressen; das Salz hält sich unverändert an der Luft.

An vier Krystallen erhielt ich folgende Winkelwerthe, welchen zum Vergleiche die für das Kobaltsalz berechneten Werthe beigefügt sind:

	Anzahl der Kryst.:	Anzahl der Kant.:	Grenzwerthe:	Mittel:	Ber. für *Co*:
$b : m = (0\bar{1}0):(1\bar{1}0)$	2	2	60° 1′— 60° 23′	60° 12′	60° 17′
$a : m = (100):(1\bar{1}0)$	2	2	35 25 — 35 28	35 27	35 27
$a : b = (100):(010)$	2	2	84 0 — 84 10	84 5	84 16
$a : p = (100):(110)$	1	1	—	32 13	31 55
$b' : c = (0\bar{1}0):(001)$	3	3	86 14 — 86 32	86 20	86 56
$c' : m = (00\bar{1}):(1\bar{1}0)$	4	4	107 34 — 107 57	107 42	107 12
$a : c' = (100):(00\bar{1})$	1	1	—	107½ ca.	107 39

Spaltbarkeit ausgezeichnet parallel (001) und (010).

XXVIII. Ueber die Krystallformen einiger Plato-jodonitrite.

Von

P. Groth in Strassburg.

(Mit 20 Holzschnitten.)

Herr L. F. Nilson veröffentlichte 1876 (s. Ber. d. d. chem. Gesellsch. **9**, 1722) seine ausführliche Untersuchung über die sogenannten Platonitrite, d. s. Salze mit einem zweiwerthigen Radical, bestehend aus einem Platinatom, zwei Stickstoffatomen und vier Nitrosogruppen NO, aus denen das Platin weder durch Schwefelwasserstoff, noch durch Schwefelammonium, noch durch kohlensaure Alkalien gefällt werden kann. Die Constitution dieser Salze wurde, unter Annahme einer doppelten Bindung der fünfwerthigen Stickstoffatome, folgendermassen gedeutet:

$$\left.\begin{array}{l}\overset{\mathrm{I}}{R} - O - (NO) = (NO) - O \\ \overset{\mathrm{I}}{R} - O - (NO) = (NO) - O\end{array}\right> Pt$$

Die krystallographische Untersuchung dieser Körper bildet den Gegenstand der vorhergehenden Abhandlung des Herrn H. Topsøe.

Durch Einwirkung von Jod in alkoholischer Lösung jener Salze, wobei in denselben zwei Nitrogruppen NO^2 durch zwei Jodatome ersetzt werden, stellte Herr Nilson (s. Ber. d. d. chem. Ges. 1877, **10**, 930 und **11**, 879) eine neue Reihe von Verbindungen dar, welche er Platojodonitrite nannte und für die er die folgende Constitution annimmt:

$$\left.\begin{array}{l}\overset{\mathrm{I}}{R} - O - (NO) = J \\ \overset{\mathrm{I}}{R} - O - (NO) = J\end{array}\right> Pt$$

Derselbe sandte die in messbaren Krystallen erhaltenen Salze dieser Klasse an das mineralogische Institut der Universität Strassburg, woselbst die krystallographische Untersuchung derselben durch die Herren Professor

L. Calderon, Prof. J. H. vant' Hoff, Dr. A. Howe, A. Fock und zum kleineren Theile von mir selbst ausgeführt wurde. Ueber die Resultate habe ich bereits im Anschlusse an die ausführliche chemische Untersuchung des Herrn Nilson berichtet (s. P. Groth und L. F. Nilson, über Platojodonitrite, krystallographische und chemische Untersuchung, mitgeth. der königl. Ges. d. Wiss. zu Upsala am 30. April 1879 — Nova Acta R. Soc. Sc. Ups. Ser. III). Der krystallographische Theil dieser Abhandlung soll im Folgenden wiedergegeben werden, und zwar unter A. die Resultate der Beobachtungen im Einzelnen, unter B. eine Vergleichung der Krystallformen derjenigen Salze, bei denen wegen ihrer analogen chemischen Formel eine Isomorphie zu erwarten war.

A.

Krystallographische Beschreibung der einzelnen Platojodonitrite.

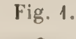
1. Kaliumplatojodonitrit

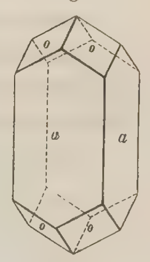
$K^2 . N^2 O^4 . J^2 . Pt + 2 H^2 O.$

Untersucht von Prof. L. Calderon.

Krystallsystem tetragonal.

$a : c = 1 : 0{,}5914.$


Fig. 1.



Beobachtete Formen: $a = (100)\infty P\infty$, $o = (111)P$; s. Fig. 1. Prismatisch ausgebildete Krystalle, an deren Ende die Pyramide o meist sehr unregelmässig entwickelt ist; besonders häufig findet sich eine Ausbildung, ähnlich derjenigen des folgenden monosymmetrisch krystallisirenden Salzes (s. Fig. 2), bei welcher eine Hemipyramide sehr gross, die andere nur klein erscheint.

	Beobachtet: Grenzwerthe:	Mittel:	Berechnet:
$o : a = (111)(100) =$	62° 39′—63° 25′	*63° 1½′	—
$o : o = (111)(1\bar{1}1)$	53 19 —54 40	53 57	53° 57′
$o : o' = (111)(\bar{1}\bar{1}1)$	—	79 28 appr.	79 48

Spaltbar nach $(001)oP$ ziemlich vollkommen.

Schwache Doppelbrechung, negativ.

Farbe rothgelb, deutlich pleochroïtisch: die der Hauptaxe parallel schwingenden Strahlen sind hell grünlich gelb, die senkrecht dazu vibrirenden erheblich dunkler und rothgelb gefärbt.

2. Cäsiumplatojodonitrit

$Cs^2 . N^2 O^4 . J^2 . Pt + 2 H^2 O$.

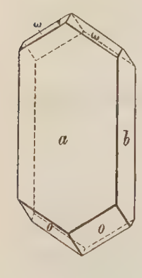
Untersucht von Demselben.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,9425 : 1 : 0,6502$$
$$\beta = 81^0 \, 39'.$$

Beobachtete Formen: $a = (100) \infty P \infty$, $b = (010) \infty P \infty$, $o = (\bar{1}11) P$, $\omega = (111) - P$. Die Krystalle sind durch Vorherrschen der beiden Pinakoide rechtwinkelig prismatisch (s. Fig. 2); o ist stets bedeutend grösser ausgebildet, als ω.

Fig. 2.



		Beobachtet:	Berechnet:
$o : a =$	$(\bar{1}11)(100) =$	*65° 13′	—
$o : b$	$(\bar{1}11)(010)$	*60 26	—
$o : o$	$(\bar{1}11)(\bar{1}\bar{1}1)$	59 18	59° 8′
$o : \omega$	$(\bar{1}11)(111)$	*60 4	—
$\omega : a$	$(111)(100)$	54 14 appr.	54 46
$\omega : b$	$(111)(010)$	—	63 34½
$\omega : \omega$	$(111)(1\bar{1}1)$	—	52 51

Keine deutliche Spaltbarkeit.

Optisch liess sich wegen der trüben Beschaffenheit der ziemlich kleinen Krystalle nur feststellen, dass die Schwingungsrichtungen auf $a(100)$ senkrecht und horizontal gerichtet waren.

Farbe citrongelb; der Pleochroismus scheint sehr schwach zu sein.

3. Rubidiumplatojodonitrit

$Rb^2 . N^2 O^4 . J^2 . Pt + 2 H^2 O$.

Untersucht von Demselben.

Krystallsystem asymmetrisch.

$$a : b : c = 0,9418 : 1 : 0,5873$$
$$\alpha = 84^0 \, 41'$$
$$\beta = 98 \quad 20$$
$$\gamma = 87 \quad 24$$

Fig. 3.

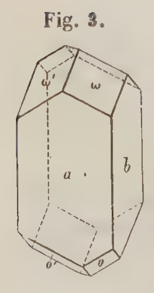
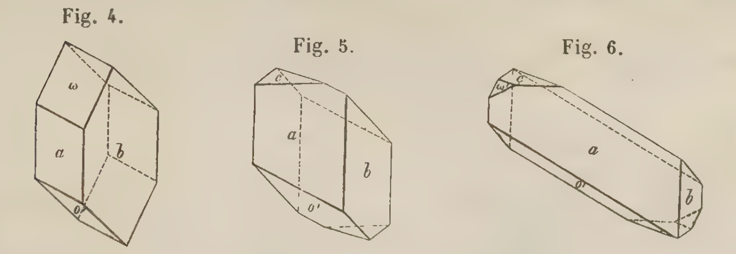


Fig. 3 stellt sämmtliche an diesem Körper beobachtete Formen, mit Ausnahme der Basis, in einer idealen Combination vereinigt dar, es sind folgende: $a = (100) \infty \bar{P} \infty$, $b = (010) \infty \breve{P} \infty$, $c = (001) oP$, $\omega = (111) P'$, $o' = (\bar{1}11) ,P$, $\omega' = (1\bar{1}1) 'P$, $o = (\bar{1}\bar{1}1) P,$; von diesen Formen war jedoch die letzte nicht messbar und ist daher unsicher. Durch das Fehlen der einen und anderen Gestalt ist der Habitus der Krystalle ein

sehr wechselnder. Die gewöhnlichste Combination (Fig. 4) zeigt a, b, ω und o' und ist meist nach b tafelartig entwickelt; andere Ausbildungsweisen



sind in Fig. 5, wo statt ω die Basis c hinzutritt, und Fig. 6, der Abbildung eines nach der Kante $a\,o'$ prismatischen Krystalls, dargestellt.

	Beobachtet:	Berechnet:
$a : b = (100)(010) =$	*86° 35′	—
$b : c = (010)(001)$	*84 15	—
$a : c = (100)(001)$	*81 23	—
$o' : a = (\bar{1}11)(100)$	*64 39	—
$o' : b = (\bar{1}11)(010)$	*65 16	—
$o' : c = (\bar{1}11)(001)$	45 19	45° 22′
$\omega : a = (111)(100)$	56 44 approx.	56 16
$\omega : b = (111)(010)$	70 20 -	70 30
$\omega' : a = (1\bar{1}1)(100)$	—	55 52
$\omega' : b' = (1\bar{1}1)(0\bar{1}0)$	58 59 -	60 2

Keine deutliche Spaltbarkeit.

Wegen der trüben Beschaffenheit der zum Theil ziemlich grossen Krystalle konnte in optischer Beziehung nur die Schiefe der Schwingungsrichtungen gegen die Kanten constatirt werden; dieselbe betrug auf $b(010)$ mit der Kante $b(010) : o'(\bar{1}11)$ 46°, auf $o'(\bar{1}11)$ mit derselben Kante 65°.

Farbe citrongelb. Pleochroismus schwach.

4. Natriumplatojodonitrit

$Na^2 . N^2O^4 . J^2 . Pt + 4\,H^2O.$

Untersucht von Prof. van t' Hoff*).

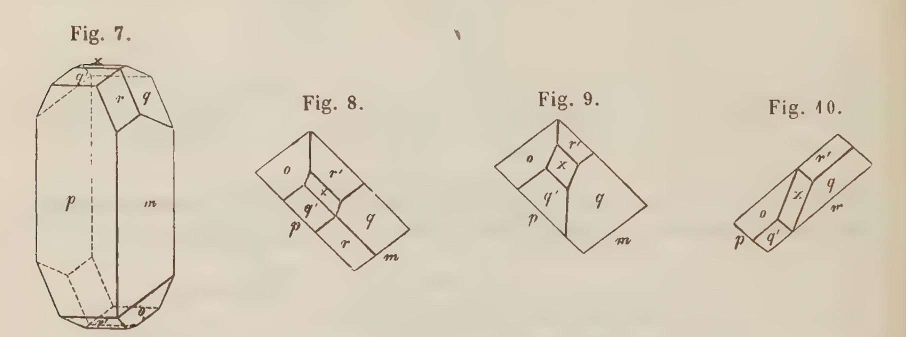
Krystallsystem asymmetrisch.

$$a : b : c = 0,9049 : 1 : 0,7126$$

$\alpha = 102^0\ 9'$	$A = 99^0\ 25\frac{1}{2}'$
$\beta = 111\ 23\frac{1}{2}$	$B = 110\ 1$
$\gamma = 80\ 31\frac{1}{2}$	$C = 84\ 27\frac{1}{2}$

*) Dieser Beobachter hatte den Krystallen zuerst eine andere Stellung gegeben, nämlich $m = (100)\infty\bar{P}\infty$, $p = (010)\infty\breve{P}\infty$ gesetzt; alsdann erhalten die übrigen

Beobachtete Formen (s. Fig. 7): $m = (110)\infty P,$, $p = (1\bar{1}0)\infty,P$, $r = (101)'\bar{P}'\infty$, $q = (011),\breve{P}'\infty$, $r' = (\bar{1}01),\bar{P},\infty$, $q' = (0\bar{1}1)'\breve{P},\infty$, $o = (\bar{1}\bar{2}1)2\breve{P},2$, $x = (\bar{1}\bar{1}2)\frac{1}{2}P,$. Die Krystalle sind meist langprismatisch nach der Verticalaxe, wobei gewöhnlich p, zuweilen aber auch m vorherrscht (s. die senkrechte Projection Fig. 10). Die in Fig. 7 in Vorderansicht und in Fig. 8 in verticaler



Projection abgebildeten Endflächen sind nicht immer alle vorhanden; oft wird das Ende fast allein gebildet von den Flächen $r q' o$; zwei anderweitige Endausbildungen sind in den Figuren 9 und 10 wiedergegeben.

	Beobachtet:	Berechnet:
$m : p = (110)(1\bar{1}0) =$	$*81^0\ 28\frac{1}{2}'$	—
$q' : p = (0\bar{1}1)(1\bar{1}0)$	$*56\ \ 31\frac{1}{2}$	—
$q : m = (011)(110)$	$*52\ \ 4$	—
$q : p = (011)(\bar{1}10)$	$*75\ \ 37\frac{1}{2}$	—
$m : q' = (110)(0\bar{1}1)$	$*91\ \ 17\frac{1}{2}$	—
$m : r = (110)(101)$	49 17	$49^0\ 26\frac{1}{2}'$
$p : r = (1\bar{1}0)(101)$	$58\ \ 50\frac{1}{2}$	$58\ \ 55\frac{1}{2}$
$q' : r = (0\bar{1}1)(101)$	$42\ \ -\frac{1}{2}$	41 28
$q : r = (011)(101)$	$45\ \ 31\frac{1}{2}$	$45\ \ 22\frac{1}{2}$

Formen folgende Zeichen: $r = (\bar{1}01),\bar{P},\infty$, $q = (\bar{1}\bar{1}1)P,$, $r' = (0\bar{1}1)'\breve{P},\infty$, $q' = (001)oP$, $o = (101)'\bar{P}'\infty$, $x = (0\bar{1}2)\frac{1}{2}'\breve{P},\infty$ und das Axenverhältniss wird:

$$a : b : c = 0,9183 : 1 : 0,9613$$
$$\alpha = 123^0\ 40\frac{1}{2}'$$
$$\beta = 94\ \ 7$$
$$\gamma = 80\ \ 38$$

Die später vorgenommene Untersuchung des folgenden Salzes veranlasste aus Gründen, welche am Schlusse erörtert werden, eine Aenderung der Aufstellung der Krystalle, und hat sich Herr Fock der Neuberechnung unterzogen. Da jedoch die von ihm zu Grunde gelegten Winkel erheblichere Differenzen von den beobachteten zeigten, als in der ersten Rechnung, so wiederholte Herr vant' Hoff die Berechnung der neuen Stellung noch einmal auf Grund seiner früheren, am besten bestimmten Fundamentalwinkel. Die Resultate dieser letzten Berechnung sind oben angenommen worden.

	Beobachtet:	Berechnet:
$q : q' = (011)(0\bar{1}1)$	67° 37½′	67° 12′
$o : p = (\bar{1}\bar{2}1)(1\bar{1}0)$	71 26	71 50
$o : m = (\bar{1}\bar{2}1)(\bar{1}\bar{1}0)$	48 28½	48 50
$o : q' = (\bar{1}\bar{2}1)(0\bar{1}1)$	40 45	40 53
$x : r' = (\bar{1}\bar{1}2)(\bar{1}01)$	29 31	29 45
$x : q' = (\bar{1}\bar{1}2)(0\bar{1}1)$	28 50	28 51
$x : m = (\bar{1}\bar{1}2)(\bar{1}\bar{1}0)$	84 1	83 31

Zuweilen finden sich Zwillinge nach $q' = (0\bar{1}1)'\breve{P}_{,}\infty$, bei denen die Flächen $m\underline{m}$, weil fast senkrecht zur Zwillingsebene, nahezu in eine Ebene fallen.

$$m : \underline{m} = 2^{0}\, 54' \text{ beobachtet}, \quad 2^{0}\, 37' \text{ berechnet}.$$

Spaltbar nach $p(1\bar{1}0)$ vollkommen.

Optische Axenebene, nahe senkrecht, bildet circa 10° mit $m(110)$, circa 70° mit $p(1\bar{1}0)$; Mittellinie nach links, also auch nach hinten geneigt; Axenwinkel sehr gross (in horizontal geschliffenen Platten sieht man in Oel eine Axe deutlich, von der andern nur die schwarze Hyperbel). Eine Schwingungsrichtung auf $m(110)$ geht von links oben nach rechts unten, circa 30° gegen die Kante mp geneigt; auf p bildet eine ebenso verlaufende circa 20° mit derselben Kante.

Farbe citrongelb, Pleochroismus schwach.

5. Bariumplatojodonitrit

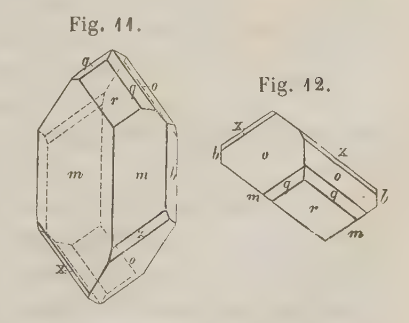
$Ba . N^2 O^4 J^2 . Pt + 4 H^2 O.$

Untersucht von Dr. Howe.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}8430 : 1 : 0{,}5435$$
$$\beta = 112^{0}\, 13'.$$

Beobachtete Formen: $m = (110)\infty P$, $r = (101) - P\!\!\!\!-\infty$, $o = (\bar{1}21) 2 R\!\!\!\!\!-2$, $q = (011) R\!\!\!\!\!-\infty$, $x = (\bar{3}41) 4 R\!\!\!\!\!-\tfrac{4}{3}$, $b = (010)\infty R\!\!\!\!\!-\infty$, $a = (100)\infty P\!\!\!\!-\infty$. Die Krystalle, welche in Fig. 11 von vorn, in Fig. 12 von oben gesehen dargestellt sind, gleichen im Habitus denen der vorigen Substanz sehr auffallend, namentlich dadurch, dass sie fast immer nach einem Flächenpaar von m, wie es die Figuren darstellen, tafelartig erscheinen; nur sind sie meist kürzer prismatisch ausgebildet, als jene. a tritt nur selten auf, b und x häufiger, können aber auch ganz fehlen; manchmal sind r und q am Ende vorherrschend, zuweilen



auch x ziemlich gross. Ein einziger sehr grosser Krystall bildete ein einem hexagonalen ähnliches Prisma, indem b (sonst nur untergeordnet) ebenso gross ausgebildet war, als m, während durch Vorherrschen der Flächen o, o, r am Ende dieses letztere rhomboëderähnlich erschien.

	Beobachtet:	Berechnet:
$m : m = (110)(1\bar{1}0) =$	*76° 10′	—
$o : o = (\bar{1}21)(\bar{1}\bar{2}1)$	*92 30	—
$o : m = (\bar{1}21)(\bar{1}10)$	*53 24	—
$r : m = (101)(110)$	54 32½	54° 18′
$q : q = (011)(0\bar{1}1)$	—	53 25
$q : r = (011)(101)$	36 7	36 21
$q : m = (011)(110)$	57 11½	57 6
$o : a = (\bar{1}21)(\bar{1}00)$	79 15	78 58
$x : m = (\bar{3}41)(\bar{1}10)$	24 19 approx.	25 5

Spaltbar nach $m(110)$ unvollkommen.

Optische Axenebene senkrecht zur Symmetrieebene; erste Mittellinie b; die zweite Mittellinie bildet mit der Normalen auf (100) circa 6° (vorn nach unten geneigt); Axenwinkel 75° approx.

Farbe bernsteingelb. Pleochroismus schwach; durch die Symmetrieebene gesehen ist der der zweiten Mittellinie parallel schwingende Strahl merklich heller und mehr grünlich gefärbt, als der andere.

6. Strontiumplatojodonitrit

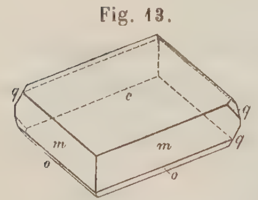
$Sr . N^2 O^4 J^2 . Pt + 8 H^2 O$.

Untersucht von Prof. van t' Hoff.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,9175 : 1 : 1,8101$$
$$\beta = 60^0\ 57'.$$

Fig. 13.



Beobachtete Formen (s. Fig. 13): $c = (001)oP$, $m = (110)\infty P$, $q = (011)\mathcal{P}\infty$, $o = (\bar{1}12)\frac{1}{2}P$. Die Krystalle sind dick tafelförmig nach c; ausser den stets untergeordneten Formen q und o kommt zuweilen noch sehr klein ein nicht messbares hinteres Hemidoma vor. Die Krystalle werden an der Luft matt, daher die Messungen nur angenäherte.

	Beobachtet:	Berechnet:
$m : m = (110)(1\bar{1}0) =$	*77° 28′	—
$m : c = (110)(001)$	*67 44⅔	—
$q : c = (011)(001)$	*57 42½ approx.	—
$m : q = (110)(011)$	43 32 -	43° 0′
$q : o = (011)(\bar{1}12)$	41 43 -	42 21

Spaltbarkeit deutlich nach $c(001)$.

Optische Axenebene die Symmetrieebene; erste Mittellinie circa 15^0 (scheinbar) oben nach hinten geneigt; durch c beide Axen sichtbar mit scheinbarem Winkel von $80-90^0$.

Farbe bernsteingelb. Schwacher Pleochroismus; der der ersten Mittellinie parallel schwingende Strahl ist rothgelb, der der zweiten Mittellinie parallele etwas heller gelb mit einem Stich in's Grüne, endlich der senkrecht zur Symmetrieebene vibrirende dem letzteren ähnlich, jedoch ohne Grün.

7. Magnesiumplatojodonitrit

$Mg.N^2O^4J^2.Pt + 8H^2O.$

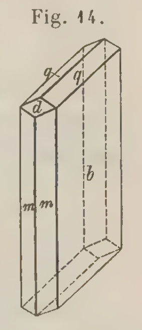
Untersucht von Groth.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a:b:c = 0,4891:1:0,3724$$
$$\beta = 80^0\,30'.$$

Gelbe, oft recht grosse Blätter nach der Symmetrieebene, deren Randflächen meist bis auf eine einzige glatte Fläche des Prisma m gerundet sind. Nur ein kleiner, platt nadelförmiger Krystall, Fig. 14, zeigte eine vollständige Ausbildung mit den Flächen: $b = (010)\infty P\infty$, $m = (110)\infty P$, $q = (011)P\infty$, $d = (101) - P\infty$; das Prisma war aber auch hier, jedenfalls in Folge der Auflagerung des Krystalls auf (010) während seiner Bildung, unvollständig, nämlich nur mit den Flächen $(1\bar{1}0)$ und $(\bar{1}\bar{1}0)$, vorhanden; $d(101)$ konnte nur mit dem Schimmer gemessen werden. Nachdem durch Messung dieses Krystalls die Orientirung gewonnen war, konnten die erhaltenen Zahlen durch die Untersuchung auch solcher Krystalle, welche nur einzelne messbare Flächen zeigten, ergänzt werden.

Fig. 14.



	Beobachtet:	Berechnet:
$m:m = (110)(1\bar{1}0) =$	—	$51^0\,30'$
$m:b = (110)(010)$	$*64^0\,15'$	—
$q:b = (011)(010)$	*69 50	—
$q:m' = (011)(1\bar{1}0)$	*90 36	—
$d:m = (101)(1\bar{1}0)$	51 56 approx.	51 57
$d:q = (101)(011)$	37 9 -	38 39

Spaltbarkeit nach $b(010)$ vollkommen, nach $q(011)$ in Spuren.

Optische Axenebene senkrecht zur Symmetrieebene; die Axen sind in Luft nicht mehr sichtbar, doch lässt sich an einer natürlichen Platte parallel $b(010)$ erkennen, dass die Symmetrieaxe erste Mittellinie ist; die zweite bildet mit der Axe c im stumpfen Axenwinkel ac 40°,0.

Pleochroismus schwach (eine Platte parallel $b = 010$ zeigt ein Bild blasser und mehr grünlich gelb, als das andere rein gelb gefärbte).

8. Calciumplatojodonitrit

$Ca . N^2 O^4 J^2 . Pt + 6 H^2 O.$

Untersucht von Demselben.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,415 : 1 : 1,824$$
$$\beta = 47^0\, 40'.$$

Kleine gelbrothe, sehr mattflächige achtseitige Prismen (Fig. 15), gebildet von den Flächen: $a = (100) \infty \bar{P} \infty$, $b = (010) \infty \grave{P} \infty$ und $p = (110) \infty P$; nur wenige zeigten Endausbildung mit einer Hemipyramide $o = (111) - P$ und zum Theil mit einer zweiten, nicht messbaren, wahrscheinlich $(\bar{1}11) P$.

Fig. 15.

	Beobachtet:	Berechnet:
$p : a = (110)(100) =$	$*45^0\, 40'$	—
$p : b = (110)(010)$	$44 \quad 15$	$44^0\, 20'$
$o : o = (111)(1\bar{1}1)$	$*68 \quad 35$	—
$o : a = (111)(100)$	$*40 \quad 10$	—

Eine Schwingungsrichtung auf $b(010)$ schliesst mit der Verticalen circa 30^0 ein und liegt im spitzen Winkel ac. Weitere optische Untersuchung war an den kleinen, sehr unvollkommenen Krystallen nicht möglich.

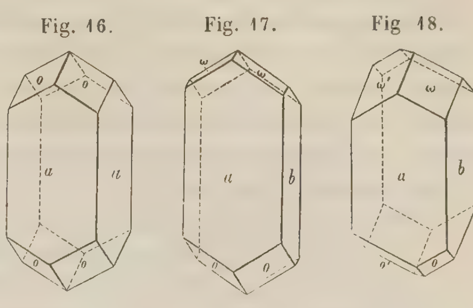
B.
Allgemeine Resultate.

I. In Anbetracht des Umstandes, dass alle bisher untersuchten Cäsium- und Rubidiumsalze sich mit den analog zusammengesetzten Kaliumsalzen isomorph erwiesen haben, müsste man eine Isomorphie der drei Salze:

$$1.\ K^2 . N^2 O^4 J^2 . Pt + 2 H^2 O$$
$$2.\ Cs^2 . N^2 O^4 J^2 . Pt + 2 H^2 O$$
$$3.\ Rb^2 . N^2 O^4 J^2 . Pt + 2 H^2 O$$

erwarten. Diese Annahme ist durch die obige Untersuchung des Herrn Calderon nicht bestätigt worden; die drei Salze krystallisiren in verschiedenen Systemen, das erste im tetragonalen, das zweite im monosymmetrischen, das dritte endlich im asymmetrischen Krystallsysteme. Trotzdem findet eine gewiss nicht zufällige Beziehung zwischen den Formen derselben statt, welche sich zum Theil schon in einem sehr ähnlichen Habitus der Combination, noch mehr aber in der grossen Aehnlichkeit fast aller einander entsprechender Winkel documentirt. Um die auffallende

Analogie der Ausbildung aller drei Salze zu zeigen, mögen hier die sie darstellenden Figuren 1—3 noch einmal neben einander gestellt werden:



Die beiden ersten bilden genau rechtwinkelige Prismen, das dritte Salz solche von 86° 35′, also nahezu mit derselben Form des Querschnittes; auf die Kanten dieser Prismen erscheinen vier Pyramidenflächen aufgesetzt, zwischen denen folgende Winkel einander entsprechen:

an 1. Kaliumsalz:	an 2. Cäsiumsalz:	an 3. Rubidiumsalz:
$o : o = 53^0\ 57'$	$\omega : \omega = 52^0\ 51'$	$\omega : \omega' = 49^0\ 28'$

Die am häufigsten vorherrschende Tetartopyramide o' des Rubidiumsalzes hat fast genau dieselbe Lage gegen die verticalen Pinakoide a und b, wie die ebenfalls vorherrschende Hemipyramide o des Cäsiumsalzes und die tetragonale Pyramide der Kaliumverbindung, wie folgende Vergleichung zeigt (bei der tetragonalen Substanz 1. ist natürlich $b = a$):

	an 1.:	an 2.:	an 3.:
$o : a =$	$63^0\ 1\frac{1}{2}'$	$65^0\ 13'$	$64^0\ 39'$
$o : b =$	$63\ \ 1\frac{1}{2}$	$60\ \ 26$	$65\ \ 16$

Da diese Pyramiden das Axenverhältniss bestimmen, so muss sich die Aehnlichkeit der in Rede stehenden Krystallformen auch in letzterem ausprägen:

1. *Ka*-Verb.:	$a : b : c =$	1,0000 : 1 : 0,5914
2. *Cs*-Verb.		0,9425 : 1 : 0,6502
3. *Rb*-Verb.		0,9418 : 1 : 0,5873

Wegen der Schiefe der bei 2. und 3. zu Grunde gelegten Axen ist jedoch die Uebereinstimmung nicht so in die Augen fallend, als bei den Kantenwinkeln, und sie tritt aus demselben Grunde zum Theil noch etwas mehr zurück bei den übrigen Tetartopyramiden des Rubidiumsalzes und der zweiten Hemipyramide der Cäsiumverbindung, aber ist auch bei diesen noch immer unverkennbar.

Wir beobachten also in dieser Gruppe eine Aehnlichkeit der Formen in Habitus und Winkeln, welche in auffallender Weise erinnert an die ganz gleiche Erscheinung in der Mineralgruppe der Pyroxene, welche, bei grosser Aehnlichkeit der Winkel, theils rhombisch, theils monosymmetrisch, theils asymmetrisch krystallisiren. Hier ist dieses eigenthümliche Verhalten erklärt durch die Trimorphie derjenigen Silicate, deren isomorphe Mischungen die Mehrzahl der betreffenden Mineralien darstellen. Es liegt

nun nahe, dieselbe Erklärung auch in dem vorliegenden Falle in Anspruch zu nehmen, doch müsste, um hierüber Gewissheit zu erhalten, durch Versuche nachgewiesen werden, dass die drei Platojodonitrite des Kalium, Cäsium und Rubidium in der That unter verschiedenen Verhältnissen in verschiedenen Systemen zu krystallisiren im Stande seien — Versuche, welche bei der geringen zu Gebote stehenden Quantität nicht ausführbar waren, und denen vielleicht auch die Natur der Substanzen Schwierigkeiten entgegengesetzt haben würde.

II. Ganz analoge Verhältnisse zeigen sich nun bei den beiden Salzen:

4. $Na^2 . N^2 O^4 J^2 . Pt + 4 H^2 O$

5. $Ba . N^2 O^4 J^2 . Pt + 4 H^2 O$

Dieselben bilden stets einigermassen abgeplattete Prismen, deren Winkel bei dem ersten 81° 28½′, beim zweiten 76° 10′ beträgt, mit Endflächen, deren Aehnlichkeit besonders durch Vergleichung der beiden hier wiedergegebenen verticalen Projectionen hervortritt.

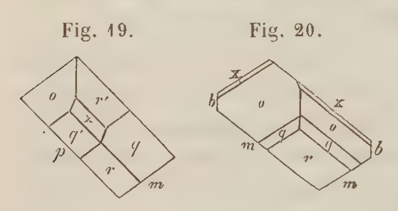


Fig. 19. Fig. 20.

Die an beiden häufig vorherrschende Fläche r bildet beim Natriumsalz (Fig. 19) mit p 58° 55½′, mit m 49° 26½′, beim monosymmetrischen Bariumsalz (Figur 20) natürlich beiderseits gleiche Winkel, welche fast genau das Mittel jener, nämlich 54° 18′, betragen. In Folge dieser Beziehung ist der Axenwinkel β beider Salze fast der gleiche (111° 23½′ und 112° 13′). An den Krystallen der Bariumverbindung ist fast immer durch die auch in Figur 20 dargestellte unsymmetrische Ausbildung eine Zone rqo gross ausgebildet, während ganz das Gleiche der Fall ist beim Natriumsalz in Bezug auf die Zone $rq'o$. In dieser die Endausbildung beherrschenden Zone setzt sich nun die Winkelähnlichkeit noch weiter fort, denn es ist:

	beim Natriumsalz:	beim Bariumsalz:
$q' : m$	91° 17½′	90° 39′
$o : m$	48 50	53 24

Noch mehr übereinstimmend ist die Neigung der Zonenaxe dieser Flächen gegen die verticalen Ebenen, denn

beim Natriumsalz beträgt der Winkel $q' : p = 56° 31½′$

beim Bariumsalz der entsprechende $q : m = 57 \quad 6$.

Aus dieser Vergleichung ist ersichtlich, dass die Krystalle des monosymmetrischen Salzes, wenn sie, wie es sehr gewöhnlich der Fall ist, platt nach $m(1\bar{1}0)$ erscheinen und am Ende vorherrschend nur die eine Zone rqo zeigen, im Ansehen nicht zu unterscheiden sind von den asymmetrischen Krystallen des Natriumsalzes, welche oft nur die Fläche $rq'o$ am Ende zeigen. Diese vollständige Uebereinstimmung im Habitus beider ver-

anlasste es auch, dass beim Beginn der Untersuchung Herr Howe das Bariumsalz als asymmetrisch und mit dem bereits untersuchten Natriumsalz isomorph auffasste, eine Vermuthung, welche durch die ersten Messungen $q' : p$ und $q' : m$ noch verstärkt wurde, bis sich zeigte, dass die Formen monosymmetrische seien, und in Folge dessen andere Winkel eine erheblichere Abweichung zeigten. Immerhin kann man jedoch jene Aehnlichkeit ebenso wenig als eine zufällige betrachten, wie diejenige der Salze des Kalium, Cäsium und Rubidium.

III. Die beiden Platojodonitrite von Strontium und Magnesium:

$$6.\ Sr.N^2O^4J^2.Pt + 8H^2O$$
$$7.\ Mg.N^2O^4J^2.Pt + 8H^2O$$

haben zwar denselben Wassergehalt, enthalten aber zwei in chemischer Beziehung einander entschieden ferner stehende Elemente. Dem entsprechend ist nicht nur keine Isomorphie zwischen ihnen vorhanden, sondern es lassen sich auch nicht einmal Winkelähnlichkeiten derselben erkennen.

IV. Das Calciumsalz: 8. $Ca.N^2O^4J^2.Pt + 6H^2O$ nimmt durch seinen Wassergehalt, also auch in krystallographischer Beziehung, eine durchaus isolirte Stellung ein.

Anmerkung. Die unter I und II aufgeführten Beziehungen zwischen den analog zusammengesetzten Platojodonitriten des K, Cs und Rb einerseits und denen des Na^2 und Ba andererseits gewinnen an Interesse dadurch, dass ähnliche Erscheinungen nach den Beobachtungen des Herrn Topsøe (s. d. vorhergehende Abhandlung) auch bei den Platonitriten sich zeigen:

Das Ammoniumplatonitrit $Am^2Pt.4NO^2 + 2$ aq krystallisirt in einem anderen Systeme, als die Rb-Verbindung derselben Zusammensetzung, während die Winkel beider sehr nahe übereinstimmend sind (s. S. 473). Das Cäsiumsalz $Cs^2Pt.4NO^2$ ist mit den analogen Salzen des K und Rb nicht isomorph, aber es zeigt bemerkenswerthe Aehnlichkeit gewisser Winkel, auf welche Herr Topsøe S. 475 aufmerksam gemacht hat; die wasserfreien Platonitrite des Tl, Ag, Na, für welche ebenfalls Isomorphie mit den vorigen zu erwarten wäre, stimmen weder mit einander, noch mit jenen in krystallographischer Beziehung überein.

Vergleicht man die Verbindungen

$$Li^2Pt.4NO^2 + 3\text{ aq}$$
$$BaPt.4NO^2 + 3\text{ aq}$$

so sieht man, dass die erstere rhombisch, die zweite asymmetrisch krystallisirt (wenigstens scheint mir die Annahme dieses Systems nach den von Herrn Topsøe S. 481 angegebenen Spaltungsverhältnissen nothwendig). Nimmt man die bei ersterer auftretende Pyramide zur Grundform (bei Topsøe 121), so erhält man das Axenverhältniss

$$a : b : c = 1,9152 : 1 : 1,5010$$

während das des zweiten Salzes, dessen drei Axen fast genau rechtwinklig sind, nach Topsøe ist:

$$a : b : c = 1,7478 : 1 : 1,5003 \times 2\ (3,0006)$$

Wegen der Beziehungen des Sr- und Pb-Salzes zum Ba-Salz ist auf die Bemerkungen des Herrn Topsøe, nach welchen man diese Verbindungen als isomorph betrachten kann, zu verweisen. Die analogen Salze von Mg, Ni, Co, Mn und Zn sind nach diesem Autor vollkommen isomorph.

Es ergiebt sich also aus beiden Beobachtungsreihen übereinstimmend, dass in dieser interessanten Klasse von Salzen diejenigen der einwerthigen Metalle krystallographische Verhältnisse zeigen, durch welche sie gleichsam als Ausnahmen von dem Gesetze der Isomorphie erscheinen, Verhältnisse, wie sie in anderen Fällen mehrfach durch das Auftreten des Polymorphismus ihre Erklärung gefunden haben.

XXIX. Ueber die optischen Eigenschaften der Zinkblende von Santander.

Von

L. Calderon in Madrid.

Zu dem Zwecke des Studiums etwaiger Beziehungen zwischen der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes und der Spaltbarkeit in den Krystallen, schien es dem Verfasser nicht überflüssig, auch eine isotrope und zwar eine gefärbte krystallisirte Substanz der möglichst genauen Bestimmung der Brechungsexponenten in verschiedenen Richtungen zu unterwerfen, um zu erfahren, ob auch der Einfluss einer färbenden isomorphen Beimischung in einem isotropen Medium ein von der Richtung, also auch von den vorhandenen Spaltungsebenen, vollkommen unabhängiger sei. Hierzu bot sich als ganz besonders geeignet dar die bekannte hellbraune Zinkblende vom Picos de Europa, trotzdem es auch von diesem ausgezeichneten Material nicht leicht ist, grössere Stücke zu finden, welche frei von Zwillingslamellen und von Schichten dunklerer und hellerer Färbung, d. h. in ihrer ganzen Ausdehnung von gleichmässig vertheiltem Eisengehalt (welcher die Färbung bedingt), sind.

Einige recht homogene Exemplare verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Bertrand in Paris und ein ganz ausgezeichnetes Stück, das hellstgefärbte und homogenste, welches ich bisher sah, erhielt ich von Herrn Quiroga. Mit diesem Material liess ich nun eine Reihe von Prismen in folgender Weise herstellen: Denkt man sich einen Zinkblendekrystall auf eine Oktaëderebene projicirt, so stehen bekanntlich drei, dem Dodekaëder angehörige Spaltungsflächen senkrecht zu jener Ebene; zwei derselben bilden eine Kante von 120° wahrem Winkel; schleift man von diesem stumpfen Prisma unter Erhaltung der Kante auf der einen Seite ein Prisma von 45°, auf der anderen ein solches von 15° ab, so bleibt ein Prisma von 60° brechender Kante übrig; theilt man dieses noch einmal durch eine den Winkel halbirende Ebene, so hat man schliesslich zwei Prismen von 30°,

deren brechende Kante noch die ursprüngliche, d. h. die Normale zu einer Oktaëderfläche ist, und welche, obgleich aus den benachbarten Theilen des Krystalls bestehend, in Bezug auf die Spaltungsflächen die grösstmögliche Verschiedenheit der Orientirung besitzen. Es ist nämlich bei dem einen die Bisectrix einer Dodekaëderfläche parallel, während sie bei dem andern auf einer Spaltungsfläche senkrecht steht.

Die Herstellung der Prismen führte Herr Clovis in Paris nach einem Verfahren aus, durch welches möglichst vermieden werden sollte, dass beim Poliren der abweichend orientirten Prismen ein verschiedener Einfluss auf die mechanischen und somit auf die optischen Eigenschaften der Substanz ausgeübt werde. Es wurden nämlich die beiden, in oben geschilderter Weise geschnittenen Prismen mit je einer Fläche so auf einander gekittet, dass sie ein Parallelepiped bildeten, und die beiden anderen Flächen derselben vollkommen parallel geschliffen und polirt; alsdann wurden die Prismen getrennt, mit den polirten Flächen zu einem dem vorerwähnten gleichartigen Parallelepiped verbunden, und mit den nun nach aussen gekehrten Flächen, welche vorher auf einander gekittet waren, dieselbe Operation vorgenommen. Solcher Paare von Prismen, deren jedes aus einem und demselben Stück Zinkblende hergestellt war, liess ich acht anfertigen, von denen einige so gut gelangen, dass die brechenden Winkel der beiden Prismen eines Paares kaum differiren (bei dem bestgelungenen Paar 12″).

Die Messungen wurden im vorigen Jahre im mineralogischen Institute der Universität zu Strassburg mit dem daselbst befindlichen, von Fuess in Berlin construirten grossen Goniometer (s. Groth, physikalische Krystallographie, S. 464) ausgeführt. Dieses Instrument war jedoch seit seiner Beschreibung a. a. O. sehr wesentlich dadurch verändert worden, dass die doppelte Theilung des Kreises durch eine einfache ersetzt und die Fernröhre mit Ablesemikroskopen versehen worden waren. Um die Ablesung durch die letzteren möglichst bequem auszuführen, sind dieselben knieförmig gestaltet und mit je einem total reflectirenden Prisma versehen, so dass nur die eine Hälfte senkrecht zum horizontalen Kreise steht, die andere ein fast wagerechtes, zur Seite jedes Fernrohres befindliches Rohr bildet. Der Limbus ist auf 10′ getheilt und der Kopf der Mikrometerschrauben in 60 Theile, deren jeder also 10″ entspricht, aber so gross ist, dass mit Leichtigkeit die einzelne Sekunde geschätzt werden kann. Mit der jetzigen, sehr bequemen Einrichtung des Instrumentes ist nicht nur eine recht rasche und sichere Beobachtung möglich, sondern es ist namentlich die Ungenauigkeit beseitigt, welche früher dadurch entstand, dass der Drehungswinkel der Fernröhre und des Prisma an zwei verschiedenen Theilungen abgelesen wurde. Ferner kann man jetzt sehr leicht die Genauigkeit der Theilung und Centrirung des Kreises prüfen, indem man die beiden Fernröhre mit

ihren Mikroskopen unter verschiedenen Winkeln zu einander geneigt fixirt und beobachtet, wie viel dieser feste Winkelabstand, an verschiedenen Stellen des unabhängig drehbaren Kreises herumgetragen, differirt. Durch eine sehr grosse Zahl von Beobachtungen wurden für die Constanten des Instrumentes folgende Werthe festgestellt:

Ein Theilstrich der Mikrometerschraube am Beobachtungsfernrohr beträgt 10,"042, bei dem Collimator 11,"148 (aus je 228 Ablesungen berechnet); ist somit die Zahl der am ersten Mikrometer abgelesenen Theile $= n_1$, der am zweiten abgelesenen $= n_2$, so erfolgt die Reduction derselben auf einander nach der Formel:

$$n_1 = n_2 - 1,106\, n_1$$

Die Theilungsfehler des Kreises wurden von 2 zu 2° bestimmt, indem, wie oben erwähnt, feste Bögen von 40°, 50°, 60° und 90° successive auf dem Limbus herumgeführt und ihr Werth auf den verschiedenen Stellen des letzteren verglichen wurde. Es ergab sich aus mehr als 500 Beobachtungen, dass weder die Theilungs- noch die Excentricitätsfehler irgendwo 4" überschritten, während für den wahrscheinlichen Fehler der Ablesung selbst aus 300 Beobachtungen der Werth 0,"64 folgte. Um auch jene etwas grösseren Fehler noch zu eliminiren, habe ich jede Ablenkung durch Drehen des Limbus an sechs verschiedenen Stellen desselben bestimmt und das Mittel dieser sechs Doppelablesungen genommen.

Alle Messungen der Brechungsexponenten wurden mit Benutzung von Natriumlicht ausgeführt, und zwar wurde kein gradliniger, sondern ein Websky'scher Spalt benutzt, welcher eine ausgezeichnet scharfe Einstellung gestattete. Ferner wurde stets die doppelte Ablenkung bestimmt, indem einmal auf das Bild von minimaler Ablenkung nach links, das andere Mal, nach dem Drehen des Prisma auf die entgegengesetzte Seite, auf die minimale Ablenkung nach rechts eingestellt wurde.

Bei jedem Prismenpaar soll mit I dasjenige Prisma bezeichnet werden, dessen Bisectrix parallel der Spaltbarkeit, mit II dasjenige mit hierzu senkrechter Bisectrix.

Die beiden zuerst untersuchten Prismen waren von sehr hellgelber Färbung, recht homogen, aber nur 17 mm hoch und 12 breit. Sie ergaben in einer Versuchsreihe:

I. $n = 2,36552$
II. $n = 2,36741$
Diff. 0,00189

In einer andern:

I. $n = 2,36929$
II. $n = 2,36843$
0,00086

Da die Differenz dieser beiden Bestimmungen weit ausserhalb jeder

bei der Messung möglichen Fehlergrenze liegt, welche in keinem Falle mehr als die fünfte Decimale verändern konnte, so musste irgend ein bisher nicht beachteter Umstand die Bestimmung des Brechungsexponenten beeinflussen. Diesen erkannte ich schliesslich in der Dicke der durchstrahlten Schicht des Prisma, denn als dasselbe so auf dem Goniometer befestigt wurde, dass eine der beiden Centrirschrauben parallel seiner Bisectrix war, und mit dieser sich selbst parallel vor dem Objectiv verschoben wurde, so dass nach und nach die der Kante näheren oder von ihr entfernteren Theile des Prisma von den Lichtstrahlen getroffen wurden, zeigte sich eine continuirliche Verschiebung des Spectrums. Diese fand in dem Sinne statt, dass die Ablenkung sich um so mehr verringerte, je weiter man sich von der brechenden Kante entfernte, d. h. je dicker die durchstrahlte Schicht wurde. Da die Verschiebung sich bis zu 9′ Winkelwerth steigern liess, war es unmöglich, sie durch eine etwaige Krümmung der polirten Prismenflächen zu erklären, die eine so verschwindend kleine war, dass die an verschiedenen Stellen der Prismenflächen ausgeführten Messungen des brechenden Winkels nur Differenzen von wenigen Secunden ergeben hatten. Man musste also annehmen, dass das Licht beim Durchgang durch das Prisma eine Modification erfahre, deren Betrag von der Dicke der durchstrahlten Schicht abhänge. Um diesen Einfluss der letzteren direct zu bestimmen, wandte ich folgende Methode an:

Das Prisma wurde mit einer Fläche auf eine Messingplatte aufgelegt, in deren Mitte ein Spalt von nur 0,5 mm Breite eingeschnitten war, und auf dieser so befestigt, dass die brechende Kante dem Spalt parallel war. Normal zu letzterem war auf der einen Seite der Platte eine Linie eingerissen, deren Länge (von der Mitte des Spalts an gerechnet) bis zu ihrem scharf markirten Endpunkt bestimmt war; letzterer lag nahe am Rande der Platte. Misst man nun den Abstand der brechenden Kante des den Spalt verdeckenden Prisma von jenem Endpunkte, so giebt die Differenz beider Zahlen direct die Entfernung der Spaltmitte, d. i. der Eintrittsstelle der Lichtstrahlen in das Prisma, von der brechenden Kante. Sei D die Entfernung der Spaltmitte, m diejenige der brechenden Kante von dem Endpunkte der eingerissenen Linie, endlich α der brechende Winkel, so ist die Länge ε, welche der Strahl beim Minimum der Ablenkung im Prisma durchläuft, weil derselbe alsdann mit beiden Grenzflächen gleiche Winkel bildet, deren Summe $= 180^0 - \alpha$:

$$\varepsilon = \frac{(D - m) \sin \alpha}{\sin \frac{1}{2}(180^0 - \alpha)}$$

Die Messung der Abstände $(D - m)$ geschah einfach mittelst zweier an einem Maassstab mit Nonius verschiebbaren Spitzen auf circa 0,025 mm genau, was einer Genauigkeit von 0,013 mm für die Dicke der durchstrahlten Schicht entspricht.

Wenn auch die Grösse des brechenden Winkels in die Berechnung der verschiedenen Werthe von ε und n als Constante eingeht, so wurde doch auch diese mit möglichster Sorgfalt bestimmt und zwar durch 12 Repetitionsmessungen; der Fehler des aus diesen genommenen Mittels überstieg nicht 1″ und konnte daher höchstens die fünfte Decimale von ε beeinflussen. Als Signal wurde bei diesen Messungen ein Websky'scher Spalt benutzt, und zwar wurde derselbe, wie bei den Messungen der Brechungsexponenten, mit Natriumlicht beleuchtet, wobei alle Störungen der reflectirten Bilder durch Chromasie der Fernröhre vermieden und eine schärfere Einstellung erzielt wurde, als sie mit dem Bilde eines Fadenkreuzes erreicht werden konnte.

Am Anfang einer jeden Reihe von Messungen der Ablenkung wurde der Spalt in der das Prisma tragenden Messingplatte auf dem Goniometer genau centrirt und justirt, und diese Stellung, ebenso wie die der Oculare beider Fernröhre, während der ganzen Zeit unverändert beibehalten.

Da ein nicht unerheblicher Einfluss der Temperatur auf die Brechungsexponenten der Zinkblende constatirt worden war (siehe weiter unten), so wurde der Arbeitsraum für die Untersuchung eines und desselben Prismenpaares stets auf dieselbe Temperatur gebracht und diese constant erhalten, was sich auf etwa 1° bewerkstelligen liess.

Erstes Prismenpaar.

Dieses bestand aus den beiden bereits S. 506 beschriebenen Prismen. Da deren brechende Winkel nicht absolut übereinstimmten, würde man etwas verschiedene Dicken erhalten haben, wenn man das zweite Prisma in denselben Abständen $(D - m)$ auf der Spaltplatte befestigt hätte, wie das erste. Um die beiden Messungsreihen direct vergleichbar zu machen, wurden aus den Werthen von ε, für welche die Beobachtungen am ersten Prisma angestellt worden waren, die zugehörigen Distanzen $(D - m)$ berechnet und das zweite Prisma dementsprechend befestigt.

Die Resultate der Messungen sind in der folgenden Tabelle enthalten, in welcher $D - m$ den Abstand der brechenden Kante vom Nullpunkte, ε die Dicke der durchstrahlten Schicht des Prisma, Δ die beobachtete Ablenkung, n den Brechungsexponent und t die Temperatur bedeuten.

Prisma I. Brechender Winkel = 30° 0′ 30″

$D - m$	ε	Δ	n_1	t
0,681 mm	0,3526 mm	45° 39′ 38″,8	2,369289	24°,5
0,831	0,4303	45 37 44,2	2,368441	25
1,031	0,5338	45 36 39,6	2,367960	24
1,231	0,6896	45 35 38,4	2,367510	23
1,431	0,7409	45 34 41,5	2,367090	24

$D-m$	ε	Δ	n_1	t
1,631	0,8447	45 33 17,8	2,366470	23
1,831	0,9481	45 32 19,8	2,366019	23
2,031	1,0520	45 32 11,0	2,365976	23,5
2,181	1,1390	45 31 55,7	2,365937	23
2,381	1,2430	45 30 59,6	2,365447	24

Prisma II. Brechender Winkel = 30° 12′ 28,″5

$D-m$	ε	Δ	n_2	t
0,681 mm	0,3526 mm	46° 4′ 30,″0	2,370348	23,5
0,831	0,4303	46 2 52,5	2,369489	23
1,031	0,5338	46 1 49,6	2,369028	23
1,231	0,6896	46 0 40,0	2,368515	23,5
1,431	0,7409	46 0 12,3	2,368313	23
1,631	0,8447	45 58 25,6	2,367534	24
1,831	0,9481	45 57 29,0	2,367120	23,5
2,031	1,0520	45 57 17,3	2,367035	23,5
2,181	1,1390	45 57 13,9	2,367010	23,5
2,381	1,2430	45 56 11,0	2,366549	23,5

Man ersieht aus dieser Tabelle, dass in beiden Prismen der Brechungsexponent n mit zunehmender Dicke der durchstrahlten Schicht in ganz regelmässiger Weise abnimmt.

Dasselbe Resultat ergaben auch die übrigen Prismen, welche jedoch dunkler gefärbt und weniger homogen waren, daher auf deren Untersuchung nur ein geringeres Gewicht gelegt werden möge. Ferner war bei denselben, wie auch bei dem ersten Prismenpaar, nur der in der Nähe der brechenden Kante gelegene Theil frei von Sprüngen u. s. w. Es erschien daher wünschenswerth, Prismen zu untersuchen, welche den ungehinderten Durchgang der Strahlen noch in grösserer Dicke gestatteten.

Zweites Prismenpaar.

Dieses wurde aus dem Eingangs erwähnten Stücke, welches mir Herr Quiroga übergab, hergestellt und erfüllte in der That die zuletzt erwähnte Bedingung in hohem Grade, da beide Prismen noch bei einer Dicke von 11 mm, also sehr entfernt von der brechenden Kante, für scharfe Beobachtungen genügend homogen waren. Dieselben waren 27 mm breit und 16 mm hoch; der Schliff war hier so ausgezeichnet gelungen, dass die Messungen des brechenden Winkels der beiden Prismen nur eine Differenz von 12″ ergaben.

Die an diesem Paare gewonnenen Resultate sind die folgenden:

Prisma I. Brechender Winkel = 29° 53′ 11″. $t = 18°$

$D - m$	ε	Δ	n
2,081	1,073	45° 34′ 9″,5	2,373027
2,181	1,125	45 33 45	2,372846
2,281	1,176	45 33 2,75	2,372527
2,481	1,279	45 32 24	2,372235
2,681	1,383	45 32 4	2,372091
2,881	1,486	45 31 46,7	2,371960
3,081	1,589	45 31 32	2,371852
3,281	1,692	45 31 24	2,371792
3,581	1,847	45 30 32	2,371427
4,081	2,105	45 29 42	2,371034
4,231	2,182	45 29 58,5	2,371151
4,531	2,337	45 29 23	2,370905
4,831	2,491	45 29 9,7	2,370791
5,131	2,646	45 28 53,5	2,370676
5,431	2,801	45 28 29	2,370507
5,731	2,956	45 27 56,2	2,370386
6,031	3,111	45 27 37,6	2,370105
6,531	3,368	45 27 28,6	2,370041
7,031	3,626	45 27 3,8	2,369857
7,331	3,781	45 26 57,7	2,369801
8,331	4,296	45 26 26,2	2,369580
9,331	4,811	45 26 18,7	2,369520
10,331	5,326	45 26 13,2	2,369479
11,381	5,842	45 25 47,9	2,369293
12,331	6,358	45 25 18,5	2,369073
13,322	6,853	45 25 1,5	2,368946
15,322	7,902	45 24 32,5	2,368731
17,322	8,933	45 23 57	2,368467
19,322	9,963	45 23 12	2,368134
21,322	10,993	45 22 23	2,367767

Prisma II. Brechender Winkel = 29° 52′ 59″. $t = 18°$.

$D - m$	ε	Δ	n
2,081	1,073	45° 35′ 43″,6	2,373900
2,181	1,125	45 34 59	2,373568
2,281	1,176	45 34 6,0	2,373174
2,481	1,279	45 33 49,1	2,373048
2,681	1,383	45 33 31,5	2,372851
2,881	1,486	45 33 9,5	2,372711

$D - m$	ε	Δ	n
3,081	1,589	45° 32′ 51,5″	2,372634
3,281	1,692	45 32 40	2,372528
3,581	1,847	45 32 29	2,372399
4,081	2,105	45 31 42,6	2,372109
4,231	2,182	45 31 17,7	2,371921
4,531	2,337	45 31 10,8	2,371880
4,831	2,491	45 31 1	2,371797
5,131	2,646	45 30 48,2	2,371673
5,431	2,801	45 30 25,2	2,371531
5,731	2,956	45 30 7,8	2,371402
6,031	3,111	45 29 45,5	2,371237
6,531	3,368	45 29 40,7	2,371206
7,031	3,626	45 29 22	2,371162
7,331	3,781	45 29 8,25	2,370954
8,331	4,296	45 28 49,2	2,370817
9,331	4,811	45 28 26	2,370644
10,331	5,326	45 27 43,0	2,370325
11,381	5,842	45 27 32,5	2,370243
12,331	6,358	45 27 10	2,370079
13,322	6,853	45 26 33	2,369803
15,322	7,902	45 26 22,5	2,369721
17,322	8,933	45 25 33,5	2,369356
19,322	9,963	45 24 42,5	2,368981
21,322	10,993	45 23 50,3	2,368593

Man sieht auch hier, wie in der früheren Tabelle, für beide Prismen in derselben Weise die Abnahme der Werthe für n mit wachsender Dicke, und zwar geben jene Zahlen, wenn man sie als Ordinaten, die Werthe von ε als Abscissen aufträgt, eine Curve von ziemlich grosser Regelmässigkeit.

Vergleicht man die Werthe der Brechungsexponenten für gleiche Dicke mit einander, so ergiebt sich, dass in beiden Fällen das Prisma II, d. h. dasjenige, dessen Bisectrix senkrecht zu einer der Spaltungsebenen steht, einen höheren Brechungsexponent besitzt, als I, dessen Halbirende eine Spaltungsebene ist. Die Differenz zwischen beiden ist für das erste und zweite Prismenpaar ungefähr gleich und für verschiedene Dicken nahe constant, wie die folgende Tabelle zeigt:

1. Prismenpaar:

	$n_2 - n_1$
	0,001059
	0,001048
	0,001068
	0,001005
	0,001223
	0,001064
	0,001101
	0,001059
	0,001073
	0,001102
Mittel:	0,001080

2. Prismenpaar:

	$n_2 - n_1$
	0,000873
	0,000722
	0,000647
	0,000813
	0,000760
	0,000754
	0,000782
	0,000736
	0,000972
	0,001075
	0,000729
	0,000892
	0,000882
	0,000855
	0,000895
	0,000851
	0,001101
	0,001121
	0,001097
	0,001016
	0,001064
	0,001124
	0,000846
	0,000950
	0,001006
	0,000857
	0,000990
	0,000889
	0,000847
	0,000826
Mittel:	0,000919

Nach diesen Resultaten schien es nöthig, anzunehmen, dass die Ursache der Abweichung der Werthe von n für verschiedene Dicke ihren Grund habe in Inhomogenitäten, welche in merkwürdig regelmässiger Weise im Krystall vertheilt sein mussten. Um hierüber ins Klare zu kommen, wurde ein Versuch gemacht, direct den Einfluss der Richtung auf den Gang der Lichtstrahlen zu untersuchen, d. h. den Brechungsexponenten beider Prismen (des zweiten Paares) für variable Incidenzwinkel zu messen. Es war alsdann möglich, die Dicke der durchstrahlten Schicht zu verändern, ohne die Stelle des Eintrittes der Lichtstrahlen zu verschieben.

Ist r der Einfallswinkel, i der Winkel, welchen der Strahl im Prisma mit der Normalen zur Eintrittsfläche, i' derjenige, welchen er mit der Senkrechten zur Austrittsfläche bildet, r' der Winkel mit derselben Normale nach dem Austritt, so hat man bekanntlich:

$$(1) \qquad n = \frac{\sin r}{\sin i} = \frac{\sin r'}{\sin(\alpha - i)} \qquad i + i' = \alpha$$

woraus folgt:

$$(2) \qquad \cot i = \left(\cos\alpha + \frac{\sin r'}{\sin r}\right) \operatorname{cosec} \alpha$$

Kennt man durch Messung die Richtungen des einfallenden und des gebrochenen Strahls in Bezug auf die Prismenflächen, so folgt aus (2) derjenige Werth von i, welcher in (1) substituirt den Brechungsexponent n liefert.

Um die Länge der vom Licht durchlaufenen Strecke berechnen zu können, wurde das Prisma, wie früher, auf der mit dem Spalt versehenen Messingplatte befestigt und der Abstand $(D - m)$ gemessen. Wenn ω und ω' die Winkel des Strahles mit den Seitenflächen des Prisma, d. h. wenn

$$\omega = 90 - i \qquad \omega' = 180^0 - (\omega + \alpha)$$

so ist

$$\varepsilon = \frac{(D - m)\sin\alpha}{\sin\omega'}$$

die Gleichung, mit deren Hülfe man ε und i herleitet.

Die Messung des Winkels r, welchen der durch den Collimator einfallende Lichtstrahl mit der Normalen zur ersten Prismenfläche bildet, wurde auf folgende einfache Weise ausgeführt: Man stellt Beobachtungsfernrohr und Collimator gegen einander unter einen beliebigen Winkel α, welchen man dadurch zu messen im Stande ist, dass die Fernröhre mit ihren Mikroskopen nicht nur unabhängig von einander, sondern auch vom Kreise, bewegt werden können. Alsdann dreht man das Prisma so weit, dass die erwähnte erste Fläche desselben das Spaltbild des Collimators in die Axe des Beobachtungsfernrohres reflectirt. Dreht man dann den Collimator um den Winkel $\frac{\alpha}{2}$, so ist seine Axe der Normalen zu jener Prismenfläche parallel, und die in dieser Stellung vorgenommene Ablesung bildet den Ausgangspunkt für die Zählung der variirenden Einfallswinkel.

Bei dieser Stellung, d. h. bei senkrechter Incidenz des Lichtes, erfolgte an der zweiten Prismenfläche Totalreflexion; es musste das Spaltfernrohr um mehr als 20^0 gedreht werden, um den Strahl aus der zweiten Fläche des Prisma austreten zu lassen. Die Richtung des austretenden, also gebrochenen Strahles ergab sich unmittelbar aus der Ablesung des Mikro-

skops an dem auf das abgelenkte Spaltbild eingestellten Beobachtungsfernrohr.

Nach dieser Methode wurde bei einer Temperatur von 18⁰ C. folgende Beobachtungsreihe angestellt:

Prisma I.

Einfallswinkel:	i	ε	n
22⁰ 0′ 0″	9⁰ 6′ 47″	1,1623	2,36519
24 0 0	9 53 3	1,1565	2,36949
26 0 0	10 38 58	1,1510	2,37215
28 0 0	11 24 49	1,1459	2,37240
30 0 0	12 9 51	1,1409	2,37289
32 0 0	12 54 13	1,1363	2,37301
34 0 0	13 37 45	1,1320	2,37309
36 0 0	14 0 26	1,1299	2,37316
38 0 0	15 2 9	1,1243	2,37320
40 0 0	15 42 53	1,1213	2,37323
42 0 0	16 22 35	1,1180	2,37325

Prisma II.

Einfallswinkel:	i	ε	n
22⁰ 0′ 0″	9⁰ 6′ 28″	1,1622	2,36652
24 0 0	9 52 45	1,1564	2,37065
26 0 0	10 38 45	1,1509	2,37297
28 0 0	11 24 30	1,1457	2,37344
30 0 0	12 9 36	1,1408	2,37368
32 0 0	12 53 59	1,1362	2,37372
34 0 0	13 37 28	1,1319	2,37393
36 0 0	14 20 7	1,1279	2,37399
38 0 0	15 1 50	1,1241	2,37401
40 0 0	15 42 30	1,1208	2,37405
42 0 0	16 22 13	1,1176	2,37410

Wie zu erwarten stand, war für ε wegen der Enge der Grenzen, welche die Variationen des Incidenzwinkels nicht überschreiten konnten, nur eine geringe Aenderung möglich.

Vergleicht man auch hier wieder die Werthe, welche beide Prismen für dieselbe Dicke ergaben, so erhält man folgende Differenzen:

Incidenzwinkel:	$n_2 - n_1$
22°	0,00133
24	0,00116
26	0,00087
28	0,00104
30	0,00079
32	0,00071
34	0,00084
36	0,00083
38	0,00081
40	0,00082
42	0,00085
Mittel	0,000914

Diese Werthe stimmen, wie ersichtlich, mit den im Minimum der Ablenkung erhaltenen (S. 512) genügend gut überein.

Das auffallendste Resultat jedoch, welches die unter variabler Incidenz angestellten Beobachtungen ergeben, besteht darin, dass der Werth von n bei verschiedener Dicke eine ungleich grössere Aenderung erfährt, als es bei dem Minimum der Ablenkung der Fall war. Während in letzterem Falle zwischen den Grenzen 1,125 und 1,176 einer Verschiedenheit der Dicke von 0,051 mm eine Variation von n um 0,000319 entsprach, beträgt dieselbe hier zwischen den Grenzen 1,118 und 1,162 mm, d. h. für 0,044 mm, nicht weniger als 0,00194, also circa sechsmal so viel.

Dieses Resultat beweist nun zur Evidenz, dass die Lichtstrahlen in dem Prisma sich nicht gradlinig bewegen können, sondern eine schwach gekrümmte Curve beschreiben, eine Thatsache, welche nur dadurch zu erklären ist, dass die Strahlen eine vielfache Brechung, wenn auch jedesmal nur um einen sehr kleinen Winkel, im Innern des Prisma erfahren. Die bekanntlich in der Zinkblende vom Picos de Europa vorkommenden Flüssigkeitseinschlüsse können nicht die Ursache jener Erscheinung sein, denn dieselben sind, wie die mikroskopische Untersuchung lehrt, in der hell gefärbten Varietät, aus welcher meine Prismen hergestellt waren, viel zu vereinzelt und namentlich zu unregelmässig zerstreut, um die beobachtete ungemeine Regelmässigkeit in den Aenderungen von n zu erklären. Es bleibt kaum eine andere Annahme übrig, als dass sich in diesem Mineral Interpositionen finden von einer Kleinheit, welche sie der mikroskopischen Beobachtung entzieht, und von einer ausserordentlichen Regelmässigkeit der Vertheilung, Gestalt und Orientirung. Die letztere muss mit den Spaltungsrichtungen in bestimmtem Zusammenhange stehen, da sich in den beiden, verschieden orientirten Prismen eines jeden Paares stets ein constanter Unterschied der Werthe von n gezeigt hat. In welcher Beziehung diese hypothetischen Einschlüsse zu dem isomorph beigemischten Eisen-

gehalt stehen, ob sie eventuell die Träger desselben sind, darüber ist nach den vorliegenden Thatsachen Nichts zu entscheiden.

Da derartige Erscheinungen gewiss nicht auf den hier untersuchten Körper allein beschränkt sind, so ergiebt sich aus den mitgetheilten Beobachtungen die Nothwendigkeit, bei allen Bestimmungen der Brechungsexponenten gefärbter Mineralien auf die Frage Rücksicht zu nehmen, ob sich nicht bei verschiedener Dicke der durchstrahlten Schicht abweichende Werthe von n ergeben und somit die Bestimmung des wahren Werthes des Brechungsquotienten unmöglich sei.

Zum Schluss mögen noch einige Beobachtungen über die Aenderung von n mit der Temperatur mitgetheilt werden. Bei denselben befand sich das Prisma in einem metallenen Luftbade, an dessen einer Seite eine planparallele Glasplatte den Eintritt, an der anderen Seite eine cylindrisch gekrümmte, sehr dünne Glimmerlamelle den Austritt der Lichtstrahlen gestattete. Das Prisma war auf einem kleinen Träger so befestigt, dass es bei gewöhnlicher Temperatur dem Bilde des Spaltes dieselbe Ablenkung verlieh, wie es mit Benutzung der S. 507 beschriebenen Spaltplatte bei einer Dicke der durchlaufenen Schicht von 6 mm der Fall gewesen war; eine Verwendung dieser Platte selbst innerhalb des Luftbades war nicht thunlich. Zu den Messungen wurden die beiden grösseren und besseren Prismen des zweiten Paares benutzt und aus den erhaltenen Werthen mittelst der Methode der kleinsten Quadrate die folgenden Formeln berechnet, welche den Brechungsexponent n als Function der Temperatur darstellen:

Prisma I. $n = 2{,}367943 + 0{,}000055\, t + 0{,}000000475\, t^2$

Prisma II. $n = 2{,}369666 + 0{,}000055\, t + 0{,}000000475\, t^2$

Wie vollkommen diese sich den Beobachtungen anschliessen, ersieht man aus der folgenden Zusammenstellung der aus ihnen berechneten Werthe mit den beobachteten:

Prisma I.

Temperatur:	n beobachtet:	n berechnet:	Differenz:
20°	2,369240	2,369233	+ 0,000007
40	2,370890	2,370903	— 0,000013
60	2,372961	2,372953	+ 0,000008
80	2,375398	2,375383	+ 0,000015
100	2,378199	2,378193	+ 0,000006
120	2,381380	2,381383	— 0,000003
140	2,384946	2,384953	— 0,000007
160	2,388889	2,388903	— 0,000014
180	2,393228	2,393233	— 0,000005
200	2,397949	2,397943	+ 0,000006
		Mittlere Differenz	± 0,0000009

Prisma II.

Temperatur:	n beobachtet:	n berechnet:	Differenz:
20°	2,370951	2,370956	— 0,000005
40	2,372633	2,372626	+ 0,000007
60	2,374680	2,374676	+ 0,000004
80	2,377095	2,377106	— 0,000011
100	2,379923	2,379916	+ 0,000007
120	2,383113	2,383106	+ 0,000007
140	2,386670	2,386676	— 0,000006
160	2,390617	2,390626	— 0,000009
180	2,394958	2,394956	+ 0,000002
200	2,399655	2,399666	— 0,000011
		Mittlere Differenz	± 0,000007

Alle Zahlen sind auf Luft von der jedesmaligen Beobachtungstemperatur bezogen.

XXX. Correspondenzen, Notizen und Auszüge.

1. **A. Brezina** (in Wien): **Ueber künstliche Kalkspathzwillinge** (aus den Verhandl. der geolog. Reichsanstalt im Ausz. vom Verf. mitgetheilt). Da bisher von Keinem derjenigen Beobachter (Reusch, G. Rose, Baumhauer), welche die Herstellung künstlicher Zwillinge des Kalkspath kennen lehrten, Messungen an letzteren mitgetheilt wurden, unternahm ich solche, um über die Genauigkeit der Umlagerung Aufschluss zu erhalten. Dabei ergab sich das einigermassen überraschende Resultat, dass der Grad der Flächenspiegelung durch die Verschiebung vollkommen ungeändert bleibt; Flächen, welche vorher das feine Fadenkreuz aus Spinnenfäden reflectirten, geben auch nachher absolut reine Bilder von genau derselben Beschaffenheit wie vorher; auch diejenige Fläche, welche mit ihrer früheren Position einen einspringenden Winkel bildet, zeigt trotz der häufigen treppenförmigen Bildung doch nur ein, vollkommen einfaches Bild, falls dies vorher der Fall gewesen.

An einem guten Spaltungsstück wurde vor der Zwillingsbildung gemessen:

			Malus u. Kupffer:
$R_1 : R_2$	$= 74^0\ 56{,}'5$	Mittel $74^0\ 56{,}'5$	$74^0\ 55{,}'0$
	— 56,5		
$R_1 : R_3$	= 74 57,5	Mittel 74 57,0	
	— 56,5		
	— 56,5		
	— 57,5		
$R_2 : R_3$	= 74 57,0	Mittel 74 56,5	
	— 56,5		
	— 56,0		

R_1 absolut rein, die Spinnenfäden spiegelnd; R_3 ein kräftiges Bild, nur die Platinfäden gebend, ein sehr schwaches Nebenbild, welches von einer deutlich erkennbaren Partie des Krystalls herstammt; R_2 ebenso zwei Bilder gebend, wovon das stärkere das Platinkreuz spiegelt.

Nach der Umlagerung von der Kante $R_1 : R_2$ aus wurde dieser Winkel wieder gemessen; Bilder wie zuvor:

$$R_1 : R_2 = 74^0\ 56{,}'5 \quad — \quad 56{,}5 \quad \Big\} \text{ Mittel } 74^0\ 56{,}'5$$

Während der Umlagerung entsteht häufig eine der Flächen des stumpferen Rhomboëders $(01\bar{1}2) - \frac{1}{2}R$, welche bei der Verschiebung die Stellung des hexagonalen Prismas $(11\bar{2}0)\infty P2$ annimmt und in beiden Fällen die Kante zweier Rhomboë-

derflächen, vorher die stumpfe, nachher die scharfe gerade abstumpft. Die Messung an einem ebenfalls ausgezeichneten Spaltungsstücke ergab:

		Berechnet:
$-\frac{1}{2}R : R_1 =$	$52^0\ 34',2$	$52^0\ 32',5$
$-\frac{1}{2}R : R_2$	— $34,8$	

Am selben Krystall fand ich für den einspringenden Winkel:

	Berechnet:
$R : \underline{R} = 38^0\ 18',0$	$38^0\ 16',4$

Endlich kann man häufig die umgelagerte Partie längs der Zwillingsebene, welche bekanntlich ein Gleitbruch des Calcites ist, abschieben, was besonders dann leicht gelingt, wenn man gleichzeitig auf zwei Polkanten Einschnitte macht; ich fand auf diese Weise:

	Messung:	Rechnung:
$-\frac{1}{2}R : R_1 =$	$37^0\ 28',3$	$37^0\ 27',5$
$-\frac{1}{2}R : R_2$	— $31,0$	—
$R_1 : R_2$	$74\ \ 56,7$	$74\ \ 55,0$

2. L. Meinich (in Kongsberg): **Ueber das Vorkommen von Nickelerz in Smålenene** (Nyt. Mag. f. Naturv. **24**, 125—137). In dieser geologischen Abhandlung finden sich folgende Mineralanalysen von dem Verfasser:

Nelkenbrauner Hypersthen aus Kugeln in dem Gestein von Romsås in Askim (»Kugelgabbro«). Spec. Gewicht = 3,145.

SiO_2	54,24
Al_2O_3	3,32
FeO	17,40
MnO	0,40
CaO	0,82
MgO	23,15
Glühverlust	0,36
	99,69

Röthlichgrauer Labrador aus demselben Gestein. Spec. Gew. = 2,706.

SiO_2	52,33
Al_2O_3	29,99
Fe_2O_3	0,51
CaO	11,64
MgO	0,97
Na_2O	4,80
K_2O	0,42
	100,66

Ref.: W. C. Brögger.

3. Th. Hiortdahl (in Kristiania): **Mineralanalysen** (Fortsetzung). (Ibid. S. 138—142.) Hypersthen von den gewöhnlichen Kugeln in dem Kugelgabbro von Romsås. Schmilzt schwierig zu einer schwarzen Masse. Wird von Salzsäure nur wenig angegriffen. Spec. Gewicht = 3,37.

	I.	II.
SiO_2	51,76	53,14
Al_2O_3	2,99	1,02
FeO	19,73	17,84
MnO	—	0,38
CaO	2,35	2,69
MgO	23,24	24,85
	100,07	99,92

Ref.: W. C. Brögger.

4. S. Wleugel (in Kristiania): **Ueber das Vorkommen von Indium in norwegischen Mineralien** (ibid. S. 333—336). Für den Nachweis des Indium in verschiedenen Zinkblenden wurde von dem Verfasser folgende Untersuchungsmethode gebraucht. Das pulverisirte Mineral wurde in mit Brom gesättigter Salzsäure gelöst; die Lösung wurde mit Ammoniak in Ueberschuss gefällt (wobei Indiumoxyd mit Eisenoxyd zusammen ausgefällt wurde). Nach wiederholtem Auswaschen und leichtem Trocknen zeigt die Fällung auf Platindraht in der Flamme eines Bunsen'schen Brenners sehr deutlich die Indiumreaction in dem Spektroskop. 1 Gramm Zinkblende reichte bei dieser Methode völlig aus. — Es wurde nun Indium in folgenden Blenden nachgewiesen:

Zinkblende von Modum (Palager und mehrere Lok.); schwache Reaction.
- – Kongsberg (mehrere Lok.; von Armen Grube starke Reaction, ferner braune Zinkblende von Lassedalen etc.)
- von Vigsnäs, braun, schwache Reaction; schwarze Zinkblende von derselben Lok., starke Reaction.
- von Storvarts Grube, Röràs; schwache Reaction.

Blenden von Akers Kirche (enthält Thallium), Gjällebäk, viele von Jarlsberg, Vinnäs auf Eker, mehrere von Kongsberg, ferner von Skiensfjorden, Kristianssand, Ytteröen, Nasafjeld etc., zeigten sich indiumfrei.

Ebenso zeigten sich Magnetkiese von Kongsvinger, Rakkestad, Modum, Skien, Sanökedal, Bamle, Svendal, Halsöen, Svanöen (enthält Thallium), Espedalen etc., ferner mehrere Schwefelkiese, Bleiglanze, Kupferkiese und verschiedene andere norwegische Mineralien sämmtlich indiumfrei.

Indium wurde von dem Verfasser auch in Zinkblende von Neudorf am Harz und Thallium im Uranpecherz von Joachimsthal nachgewiesen.

Ref.: W. C. Brögger.

5. C. W. Blomstrand (in Lund): **Titanate von Småland** (Denkschrift der königl. physiograph. Gesellsch. zu Lund, 1878). 4⁰. In Separatabdr. S. 1—41. Der Fundort der in dieser Abhandlung besprochenen Mineralien ist ein Quarzbruch (ein Pegmatitgang) bei Slättåkra im Kirchspiel Alsheda (Prov. Jönköping). Von dieser Lokalität war früher ein besonders schöner Orthit bekannt; daneben kommen nach dem Verfasser Titaneisenerz, eine eigenthümliche Varietät von Titanit und ein Euxenitmineral, ferner Schwefelkies und Magnetkies vor.

Der Orthit von Slättåkra wurde von E. V. Cedervall und B. Jönsson analysirt:

	I.	II.
Kieselsäure	31,00	31,87
Yttererden	1,96	1,10
Cererde *)	10,96	10,26
Lanthan- und Didymerde	10,04	13,56
Thonerde	20,27	17,01
Eisenoxyd	11,17	11,37
Eisenoxydul	1,94	2,38
Calciumoxyd	9,13	9,10
Magnesiumoxyd	0,15	0,46
Wasser	3,65	3,56
	100,27	100,67

Die übrigen Mineralien wurden eingehend von dem Verfasser selbst untersucht.

1. Hydroilmenit (Titaneisenerz).

Bildet dünne, 1—6 mm dicke, krumme Platten mit ziemlich vollkommener Spaltbarkeit nach einem Rhomboëder mit Polkantenwinkel = 93°—94°, und einer weniger deutlichen nach *oP*. Farbe eisenschwarz. Strich dunkelgrau; gar nicht magnetisch. Das Mineral scheint zum Verwittern sehr geneigt und überzieht sich dabei mit einer gelblichweissen, wesentlich aus Titansäure bestehenden Haut. — Das Mineral zeigte sich im Mittel von drei Analysen bestehend aus:

TiO_2	54,23
SiO_2	1,40
Fe_2O_3	14,99
FeO	21,91
MnO	6,34
CaO	0,45
MgO	0,19
H_2O	1,33
	100,84

(Zwei früher ausgeführte Analysen gaben im Mittel: TiO_2 60,80, Fe_2O_3 18,83, FeO 15,75, MnO 3,28, CaO 0,42, H_2O 1,75, Summa = 100,65. In diesen Analysen wurde jedoch die Titansäure nicht auf einen Gehalt an SiO_2 geprüft.)

Das Mineral ist also wohl ein in Umwandlung begriffenes Titaneisenerz. Bei der Umwandlung ist Wasser chemisch in die Zusammensetzung aufgenommen; die Quantität desselben ist constant circa 1,5%, welche erst nach anhaltendem Glühen entfernt werden können. Aus diesem Wassergehalt, welcher durch den Namen Hydroilmenit angedeutet werden soll, erklärt der Verfasser auch das ungewöhnlich niedrige spec. Gewicht = 4,09.

2. Alshedit (Titanit).

In Quarz eingewachsene, unvollkommene, theils ganz kleine, theils bis 1—1,5 Zoll lange Krystalle oder derbe Massen. Die krystallographische Unter-

*) In der Abhandlung steht hier Thonerde, muss aber wohl an dieser Stelle Druckfehler statt Cererde sein? Confer diese Zeitschr. **3**, 194, Nr. 4. Der Ref.

suchung, welche von Herrn Dr. Topsöe ausgeführt wurde, gab kein endgültiges Resultat darüber, ob das Mineral mit dem Titanit isomorph sei, was doch wohl wahrscheinlich ist. Das Mineral besitzt mehrere Durchgänge (Winkel $54\frac{1}{2}^0$), welche keinem der bei dem Titanit bekannten entsprechen. Farbe blassbraun bis aschgrau; undurchsichtig. Spec. Gewicht = 3,36. Härte = 5. Leicht schmelzbar; in Salzsäure löslich. Weil das Mineral in seinen Eigenschaften von dem Titanit erheblich abweicht, schlägt der Verfasser für dasselbe den Varietätsnamen Alshedit vor.

Es ergab sich im Mittel von fünf verschiedenen Analysen:

		O-Proportion:
SiO_2	28,26	15,07
TiO_2	36,61	14,64
SnO_2	0,47	0,10
Al_2O_3	3,41	1,59
Fe_2O_3	4,25	1,28
Yttriumoxyde	2,78	0,59
CaO	21,06	6,02
MnO	0,98	0,21
MgO	0,48	0,18
K_2O u. Na_2O	0,70	0,15
H_2O	1,20	1,07
	100,20	

Die Analysen wurden mit mehreren verschiedenen controllirenden Versuchen zum sicheren Bestimmen des SiO_2-Gehalt ausgeführt. Eine frühere Analysenreihe zeigte nämlich den SiO_2-Gehalt circa $2^0/_0$ höher; diese drei früheren Analysen gaben im Mittel:

SiO_2	30,61	16,32
TiO_2	35,86	14,34
SnO_2	0,38	0,08
Al_2O_3	3,47	1,62
Fe_2O_3	3,61	1,08
Yttriumoxyde	2,57	0,54
CaO	20,51	5,86
MnO	0,82	0,18
MgO	0,32	0,13
Alkalien	0,58	0,10
H_2O	1,89	1,70
	100,62	

Der Alshedit bildet also ein Uebergangsglied zwischen dem eigentlichen Titanit und dem Yttrotitanit. — Um aus den obenstehenden Analysen eine wahrscheinliche Formel abzuleiten, versucht der Verfasser am Ende folgende Deutung:

Wenn der Titanit nicht, wie es jetzt gewöhnlich geschieht, als $CaO.2SiO_2 + CaO.2TiO_2$, sondern (näher dem ursprünglichen Vorschlag von H. Rose), als $CaO.TiO.O.SiO_2$ oder $\left.\begin{matrix} TiO.O_2 \\ Ca.O_2 \end{matrix}\right\} Si$ oder Calciumtitanylmonosilikat aufgefasst wird, in welcher Formel das Radikal TiO durch Al_2O_2 und Fe_2O_2, ferner CaO theilweise durch YO etc. ersetzt werden könnte, würde die allgemeine Formel der Titanitgruppe in folgender Weise zu schreiben sein:

$$2(R.R_2O_2.TiO)O, SiO_2.$$

In dem betreffenden Falle sind die Sauerstoffverhältnisse nach der erst angeführten Analysenreihe des Alshedit:

O-Proportion in SiO_2	15,07			14,00
- - TiO_2	14,64	$\times \frac{1}{2} =$	7,32	6,79
- - Al_2O_3	1,59	$\times \frac{1}{3} =$	0,53	0,49
- - Fe_2O_3	1,28	$\times \frac{1}{3} =$	0,42	0,39
- - YO	0,59	$=$	0,59	0,54
- - RO	6,56	$=$	6,56	6,09
			15,42	14,30

Die Zusammensetzung nach der oben angeführten Formel wäre dann:

$$6\,RO,\ \tfrac{1}{2}YO,\ \tfrac{1}{3}Fe_2O_3,\ \tfrac{1}{2}Al_2O_3,\ 6\tfrac{2}{3}TiO_2,\ 7\,SiO_2,$$

welche (wenn RO als CaO angenommen wird) fordert:

SiO_2	29,34
TiO_2	37,23
Al_2O_3	3,59
Fe_2O_3	3,73
YO	2,64
CaO	23,47
	100,00

Nimmt man das Mittel beider obenstehender Analysenreihen, so erhält man: O-Proportion = 14,00 : 13,58 (TiO_2 6,50; R_2O_3 0,83; YO 0,52; RO 5,73, aus: SiO_2 29,43; TiO_2 36,23; SnO 0,42; Al_2O_3 3,44; Fe_2O_3 3,93; YO 2,67; CaO 20,78; MnO 0,90; MgO 0,40; K_2O 0,64; H_2O 1,54).

Dieselbe allgemeine Formel wird nun von dem Verfasser auch für den eigentlichen Titanit, den Yttrotitanit und den Grothit versucht:

Wenn z. B. folgende Analysen (aus Rammelsberg's Handbuch etc.) zu Grunde gelegt werden:

	Titanit:	Yttrotitanit:	Grothit:
SiO_2	32,29	29,48	30,51
TiO_2	41,58	26,67	31,16
CaO	26,61	20,29	31,34
FeO	0,96	—	—
Fe_2O_3	—	6,75	5,83
Al_2O_3	—	6,24	} 1,13
YO	—	8,16	
MnO	—	—	1,02

so erhält man folgende Sauerstoffproportionen:

	O im Titanit			im Yttrotitanit			im Grothit		
SiO_2	17,22		14,0	15,73		14,0	16,28		14,0
TiO_2	16,63 $\times \frac{1}{2} =$	8,32	6,8	10,66 $\times \frac{1}{2} =$	5,33	4,7	12,46 $\times \frac{1}{2} =$	6,23	5,3
Fe_2O_3				2,02 $\times \frac{1}{3} =$	0,68	0,6	1,75 $\times \frac{1}{3} =$	0,47	0,4
Al_2O_3				2,91 $\times \frac{1}{3} =$	0,97	0,9	1,13 $\times \frac{1}{3} =$	0,38	0,3
YO				1,72	1,72	1,5			
RO	7,80	7,80	6,3	5,89	5,89	5,3	9,17	9,17	7,9
			13,1			13,0			13,9

3. Polykras (Euxenit).

Farbe glänzend schwarz. Härte = 5—6. Spec. Gewicht = 4,98. Kleine erbsengrosse Körner ohne Krystallflächen. Das Mineral enthält (Mittel von sechs nach verschiedenen Methoden ausgeführten Analysen):

		O-Gehalt:	Metallatome:
Nb_2O_5	22,82	6,81	1,70
TiO_2	25,24	10,09	3,16
SiO_2	3,33	1,78	0,56
SnO_2	0,55	0,12	0,04
ThO_2	3,51	0,42	0,13
Al_2O_3	0,60	0,28	0,11
Ceroxyde	3,07	0,45	0,19
Yttriumoxyd	13,06	2,76	1,15
Erbiumoxyd	6,45	0,79	0,34
UrO	8,45	0,99	0,62
FeO	2,76	0,62	0,38
MnO	0,60	0,13	0,09
PbO	0,92	0,07	0,04
CaO	3,53	1,01	0,63
MgO	0,22	0,08	0,06
K_2O	0,52	0,15	0,09
Na_2O	0,29	0,07	0,09
H_2O	4,71	4,18	5,30
	100,63		

Bemerkenswerth ist der Gehalt von SiO_2, welcher früher in den Niobotitanaten nicht bekannt war, ferner von ThO_2 und PbO, endlich von H_2O.

Wenn die Cer- und Yttriumoxyde als Sesquioxyde angenommen werden, resultiren folgende Verhältnisse zwischen den Sauerstoffgehalten und zwischen den Metallatomen:

$$RO : R_2O_3 : RO_2 : R_2O_5 : H_2O =$$

Sauerstoffgehalt:	Metallatome:
= 3,12 : 4,28 : 12,41 : 6,81 : 4,18	2,00 : 1,79 : 3,88 : 1,70 : 5,30
= 2,19 : 3,00 : 8,70 : 4,77 : 2,94	1,80 : 2,00 : 4,32 : 1,90 : 5,92
= 2 : 3 : 8 : 5 : 3	2 : 2 : 4 : 2 : 6

oder ungefähr:

$$2\,RO,\ R_2O_3,\ 4\,TiO_2,\ Nb_2O_5 + 3\,H_2O \text{ oder } \overset{II}{R_2}\overset{III}{R_2}Ti_4Nb_2O_{18} + 3\,H_2O,$$

Also gleich:

$$\left.\begin{array}{l} RO.Nb_2O_5 \\ RO.TiO_2 \\ R_2O_3.3\,TiO_2 \end{array}\right\} + 3\,\text{aq oder } \left.\begin{array}{l} R(ONbO_2)^2 \\ RO_2TiO \\ R_2(O_2TiO)^3 \end{array}\right\} + 3\,\text{aq}$$

(Wenn die Cer-Yttriumoxyde als Monoxyde angenommen werden, erhält man:

$$\left.\begin{array}{l} RO.Nb_2O_5 \\ 4(RO.TiO_2) \end{array}\right\} + 3\,\text{aq} = \left.\begin{array}{l} R(NbO_3)^2 \\ 4\,RTiO_3 \end{array}\right\} + 3\,\text{aq}$$

oder Rammelsberg's Formel des Polykras, nur mit dem Unterschied, dass in obiger Formel 3 aq, bei dem Polykras 2 aq vorkommt.)

Die detaillirte Formel wäre dann:

$$Ca\,\tfrac{2}{3},\ Fe\,\tfrac{1}{2},\ Ur\,\tfrac{2}{3},\ E\,\tfrac{2}{3},\ Ce\,\tfrac{1}{3},\ Y\,2,\ Th\,\tfrac{1}{6},\ Si\,\tfrac{1}{2},\ Ti\,3\tfrac{1}{2},\ Nb\,2,\ O\,18;\ 3H_2O,$$

welche giebt:

Nb_2O_5	24,08
$3\frac{1}{2}\,TiO_2$	25,16
$\frac{1}{2}\,SiO_2$	2,70
$\frac{1}{6}\,ThO_2$	3,95
$\frac{1}{9}\,Ce_2O_3$	3,28
$\frac{2}{9}\,E_2O_3$	7,73
$\frac{2}{3}\,Y_2O_3$	13,57
$\frac{2}{3}\,UrO$	8,18
$\frac{1}{2}\,FeO$	3,23
$\frac{2}{3}\,CaO$	3,32
$3\,H_2O$	4,85
	100,00

Die Abhandlung enthält schliesslich (S. 26—41) eine ausführliche Auseinandersetzung der verschiedenen analytischen Methoden, welche von dem Verfasser in Anwendung gebracht wurden.

Ref.: W. C. Brögger.

6. G. Nordström (in Stockholm): **Mineralogische Notizen** (Geol. För. Förhandl. 4, Nr. 7, S. 209 und Nr. 12, S. 340—343).

1) Bergöl von Falu-Grube; ein mit Quarzkrystallen ausgekleideter Drusenraum war mit vielleicht 300 Cubikcentimeter Bergöl gefüllt.

2) Vanadinit, wachsgelb, fettglänzend, Härte = 3, wurde bei »Vretgrufvan«, einer der Braunsteingruben von Bölet, Kirchspiel Undenäs in Westgötland, mit Pyrolusit, Kalkspath und Flussspath zusammen, sparsam gefunden.

3) An demselben Fundort kam auch ein durch unzählige Nadeln von Pyrolusit ganz schwarz gefärbter undurchsichtiger Kalkspath vor; eine Analyse von A. Ekelund gab:

MnO_2	6,36
CO_2	41,12
CaO	52,34
	99,82

4) Anthracitmineral von einer Eisengrube in Norberg. In der »Lilla Kallmoragrube« wurde 60—80 Fuss tief in einem mit Chlorit und Hornblende gemischten Magneteisenstein ein ungefähr 500 Cubikcentimeter grosses Stück von Anthracit von Herrn J. Rosenlöf gefunden. Das Mineral war glasglänzend schwarz, gar nicht abfärbend, zum Theil mit einer dünnen Kruste von Chlorit, welcher auch in unzähligen feinen Sprüngen die Masse durchsetzt, überzogen. Eine Analyse von C. G. Dalerus, gab:

Verbrennbare Gase	14,5
Nicht verbrennbare Gase	6,4
Kohle	66,0
Asche	13,1

Spec. Gewicht 1,53. Härte 2,5.

5) Isomorphie zwischen Magnetit und Buntkupfererz. Von derselben Eisengrube wurde auch ein Stück eines in einer Mischung von Buntkupfererz und Magnetit vorkommenden Drusenraumes, welches mit stark glänzenden Magnetitoktaëdern bedeckt war, erhalten. In einigen derselben bestand das Innere aus Buntkupfererz, in anderen fand ein mehrmals wiederholter Wechsel von, den Oktaëderflächen parallelen Schalen aus Magnetit und Buntkupfererz statt. Mehrere Krystalle bestanden aus Magnetit allein, ein Krystall mit rauben Flächen enthielt nur Buntkupfererz. Aus diesen Daten schliesst der Verfasser, dass die genannten zwei Mineralien wahrscheinlich isomorph seien. [Der Referent kann weder in den erwähnten Beobachtungen, noch in der sich anschliessenden Berechnung der Atomvolumina einen Beweis für eine solche Annahme finden.]

Ref.: W. C. Brögger.

7. Th. Nordström (in Stockholm): **Mineralanalytische Beiträge** (ibid. Nr. 9, S. 267—269).

1) Vanadinit von Bölet. Eine Analyse des schon oben erwähnten Minerals gab:

Cl	2,34
Pb	6,67
PbO	71,99
Fe_2O_3	1,39
V_2O_5	17,61
P_2O_5	kaum Spur

2) Selenmineral von Falun. Das betreffende Mineral ist grauweiss, strahlig, metallglänzend; spec. Gewicht = 6,4. Härte = 2. Schmilzt schon in der Kerzenflamme. Bildet ein mit Pyrit und Kupferkies gemischtes Aggregat von länglichen, prismatischen Krystalllamellen. Enthält Wismuth (ungefähr 50%), Blei (von 17—20%), Schwefel und Selen (4,79—5,11%).

Ref.: W. C. Brögger.

8. G. Lindström (in Stockholm): **Barythaltiger Hedyphan von Longban** (ibid. 266—267). Neben dem gewöhnlichen Hedyphan kommt bei Longban auch eine barythaltige Varietät desselben vor. Eine Analyse gab:

As_2O_5	28,18
P_2O_5	0,53
CO_2	1,07
Cl	3,05
PbO	49,44
BaO	8,03
CaO	8,99
MgO	0,24
Fe_2O_3	0,08
Na_2O	0,15
K_2O	0,09
Unlöslich	0,42
	100,27

Wenn das Unlösliche und eine dem CO_2-Gehalt entsprechende Quantität von CaO weggenommen wird, und daneben eine dem Cl-Gehalt entsprechende Quan-

tität von PbO als Pb berechnet wird, geben die obenstehenden Werthe folgende Zahlen:

As_2O_5	29,01
P_2O_5	0,55
PbO	41,01
BaO	8,27
CaO	7,85
MgO	0,25
Pb	9,17
Cl	3,14
Fe_2O_3	0,08
Na_2O	0,15
K_2O	0,09
	99,57

welche zwischen Säuren, Basen (mit Weglassen des Fe_2O_3 und der Alkalien, welche sehr wahrscheinlich von der Einmischung fremder Mineralien herrühren) und $PbCl$ folgendes Verhältniss geben: 1 : 2,96 : 0,34 oder:

$$3(RO)_3As_2O_5 + PbCl.$$

Der barythaltige Hedyphan ist weiss oder schwach gelblich weiss. Spec. Gewicht = 5,82. Der Hedyphan von Paisberg enthält keinen Baryt.

Ref.: W. C. Brögger.

9. Hj. Sjögren: Krystallographische Studien (ibid. Nr. 13, S. 364—381). Mit einer Tafel.

1) Pyroxen von Nordmarken. Dies schon längst bekannte Vorkommen wurde von dem Verfasser eingehend untersucht. Die Krystalle des Pyroxen von Nordmarken sind durch das überwiegende Auftreten der Pinakoide $\infty P\infty(100)$ und $\infty P\infty(010)$, welche beide ungefähr gleich stark ausgebildet sind, ferner von $+P\infty(\bar{1}01)$ sammt — obwohl weniger hervortretend — $oP(001)$ charakterisirt. Neben diesen Formen, welche oft allein die Combination derselben bilden, kommen in seltneren Fällen auch viele andere Flächen vor. Die Fundorte sind besonders: »Mossgrufva« und »Kogrufva«, wo die Krystalle theils einzeln, häufig aber in prachtvollen Krystalldrusen auf Drusenräumen und Klüften in dem Eisenerz vorkommen; die Grösse der Krystalle von diesen Vorkommnissen ist im Allgemeinen 1 à 2 cm, selten bis 10 cm. Fernere Fundorte sind: »Tabergsgrufva«, »Mörkhultsgrufva« und früher auch »Persberg«, überall die Eisenerze begleitend*).

Die Spaltbarkeit zeigte sich an den verschiedenen Individuen verschieden; ausser nach dem Prisma $\infty P(110)$ kommt eine solche nach $\infty P\infty(010)$ vor. Die Farbe ist dunkelgrün bis schwarzgrün; in Splittern durchscheinend. — Auf das von v. Kokscharow aufgestellte Axenverhältniss berechnet, kommen folgende Formen vor:

$oP(001)$, $\infty P\infty(100)$, $\infty P\infty(010)$.
$\infty P(110)$, $\infty P3(310)$, $\infty P3(130)$.
$+P\infty(\bar{1}01)$, $P\infty(011)$, $2P\infty(021)$.
$+2P(\bar{2}21)$, $+P(\bar{1}11)$, $+\frac{2}{3}P(\bar{2}23)$, $+\frac{1}{2}P(\bar{1}12)$, $+\frac{1}{3}P(\bar{1}13)$.
$-P(111)$, $-\frac{1}{7}P(117)$, $-\frac{3}{2}P3(132)$.

*) Von Interesse ist es, dass ein ganz ähnlich aussehender Pyroxen, mit derselben

also im Ganzen 17 Formen, von welchen vier, nämlich: $(\bar{1}13)$, $(\bar{2}23)$, (117) und (132), von v. Kokscharow nicht angeführt sind*).

Als Beispiele der verschiedenen Combinationen sind angeführt:

(100).(010).($\bar{1}$01).(001).
— . — . — . — .(110).($\bar{1}$11).($\bar{2}$21).(310).(130).(111).
— . — . — . — . — . — . — .(111).(011).
— . — . — . — . — . — . — . — .(117).(132).($\bar{1}$12).
— . — . — . — . — . — . — . — .(021).($\bar{1}$13).
— . — . — . — . — . — . — . — .(132).($\bar{2}$23).(021).

Aus den Detailbeobachtungen an den einzelnen Flächen zieht der Verfasser den allgemeinen Schluss, dass die Flächen der Verticalzone am stärksten glänzend sind, während bei den übrigen der Glanz mit dem Zunehmen ihrer Winkel gegen die Verticalaxe abnimmt. — Einer Zusammenstellung der früheren Analysen (von Funck, H. Rose — beide in Rammelsberg's Mineralchemie angeführt — und C. Dölter — siehe diese Zeitschr. **4,** 90, Nr. 7) wurde auch folgende Analyse von dem Verfasser beigefügt: Spec. Gewicht = 3,367.

SiO_2	51,05
CaO	22,44
MgO	5,92
FeO	17,31
MnO	0,60
Fe_2O_3	0,95
Al_2O_3	1,10
	99,37

welcher

64% $CaFeSi_2O_6$
32% $MgCaSi_2O_6$
4% $MgFeSi_2O_6$ entsprechen.

Ref.: W. C. Brögger.

10. L. Sohncke (in Karlsruhe): **Entwicklung einer Theorie der Krystallstructur.** 248 Seiten, 5 Tafeln. Leipzig 1879.

Seit der Auffindung der krystallographischen Grundgesetze durch Hauy wird als eines der wichtigsten Ziele theoretisch-krystallographischer Forschungen die Lösung der Aufgabe angesehen: Diejenigen Anordnungen von Punkten im Raume anzugeben, deren Symmetrieeigenschaften mit den durch Beobachtung an den Krystallen erkannten geometrischen und physikalischen Symmetrieverhältnissen übereinstimmen. Es sollen, wie man sagt, die Symmetriecharaktere der Krystalle auf eine Hypothese über die Krystallstructur zurückgeführt werden. Diejenige Hypothese, als deren Consequenz Hauy das geometrische Grundgesetz der Krystallographie, das Gesetz der rationalen Indices, fand, ist freilich längst als unzureichend erkannt worden. Aber auch spätere Annahmen haben sich als zu beschränkt erwiesen. Zuletzt wurde die Unzulänglichkeit der Bravais'schen

---

Combination, mit glänzender Verticalzone etc. auch bei Arendal in Norwegen auf den Eisenerzlagerstätten vorgekommen ist. Der Ref.

*) Die Flächen $\frac{2}{3}P(\bar{2}23)$ und $-\frac{3}{2}P3(132)$ sind jedoch nur durch Messung von ebenen Winkeln bestimmt. Der Ref.

Annahme einer parallelepipedischen Anordnung der Krystallmoleküle, deren Folgerungen sich mit einer grossen Zahl von Erfahrungsthatsachen in Uebereinstimmung befanden, durch Chr. Wiener nachgewiesen (1863). Derselbe erkannte, dass Regelmässigkeit in der Anordnung gleicher Atome dann stattfindet, wenn jedes Atom die anderen in übereinstimmender Weise um sich gestellt hat. Damit war die allgemeinste Hypothese über Krystallstructur ausgesprochen, und es entstand die Aufgabe, die geometrischen Folgerungen in erschöpfender Weise abzuleiten. Die Lösung derselben als eines Specialfalles eines Problems der Kinematik gab C. Jordan (1868), die Anwendung seiner Ergebnisse auf die Entwicklung einer Theorie der Krystallstructur wurde jedoch von ihm selbst nicht weiter verfolgt. Unabhängig von ihm und nach einer völlig abweichenden Methode löste L. Sohncke (1875) die Aufgabe: alle regelmässigen unbegrenzten Punktsysteme in der Ebene aufzusuchen. Gestützt auf diese Untersuchung erkannte darauf Sohncke, dass von den 174 von Jordan ermittelten Bewegungsgruppen mehr als 100 ohne Beziehung zu der Theorie der Krystallstructur sind, und dass andererseits auch eine merkliche Lücke in der Jordan'schen Untersuchung vorhanden ist. In dem vorliegenden Werke hat nun Sohncke, nach Vorausschickung einer kritischen Darstellung der bisherigen Theorien der Krystallstructur, mit Benutzung des Grundgedankens der Jordan'schen Methode, aber mit Weglassung alles Dessen, was nicht directen Bezug zur Krystallstructur hat, alle überhaupt möglichen regelmässigen Punktsysteme von unbegrenzter Ausdehnung abgeleitet und somit alle denkbaren Structurformen krystallisirter Körper ermittelt, indem er von der Hypothese ausging:

> Krystalle — unbegrenzt gedacht — sind regelmässige unendliche Punktsysteme, d. h. solche, bei denen um jeden Massenpunkt herum die Anordnung der übrigen dieselbe ist, wie um jeden anderen Massenpunkt.

Denkt man sich ein regelmässiges unendliches Punktsystem starr gemacht und aus seiner Lage herausgerückt, so bilden die zuvor von Systempunkten besetzt gewesenen Orte des Raumes ein dem System congruentes Punktsystem; es möge, im Gegensatz zu dem herausgenommenen beweglichen System, das feste heissen. In welchen Systempunkt des festen Systems man nun einen beliebig gewählten Systempunkt des beweglichen auch legen mag, immer kann man beide Systeme zur Deckung bringen. Eine Bewegung, welche das bewegliche System aus einer Lage der Deckung mit dem festen in eine andere Lage der Deckung mit ihm überführt, wird eine Deckbewegung genannt (Parallelverschiebung, Drehung, Schraubung). Die verschiedenen Arten von Deckbewegungen dienen als Eintheilungsgrund für die regelmässigen Punktsysteme. Die anzustellende Untersuchung gehört also in die Lehre von der Geometrie der Bewegung (Kinematik). Der Verf. schickt die von ihm benutzten Begriffe und Sätze dieser Lehre seiner Entwicklung voraus (§ 4) und leitet dann die verschiedenen möglichen Arten und Richtungen von Axen (d. h. Axen von Deckbewegungen) in regelmässigen unendlichen Punktsystemen ab (Kapitel III). Es giebt nur 2-, 3-, 4- und 6-zählige Axen*). Diejenigen unter allen Axen eines Systems, welche den kleinsten charakteristischen Drehwinkel besitzen, werden Hauptaxen genannt. Der Verf. zeigt, dass sämmtliche Punktsysteme in folgende Abtheilungen zerfallen:

I. Systeme ohne Axen.

II. Systeme mit einer einzigen Axenrichtung.

1) Die Hauptaxen sind 6-zählig.

---

*) Eine n-zählige Axe ist eine Axe, deren kleinster zugehöriger Drehwinkel $= \frac{2\pi}{n}$ ist.

2) Die Hauptaxen sind 4-zählig.
3) - - - 3- -
4) - - - 2- -

III. Systeme mit gleichen Hauptaxen nach nur zwei und zwar entgegengesetzten Richtungen.
1) Die Hauptaxen sind 6-zählig.
2) - - - 4- -
3) - - - 3- -
4) - - - 2- -

IV. Systeme mit gleichen Hauptaxen nach mehr als zwei Richtungen.
1) Die Hauptaxen sind 3-zählig.
2) - - - 4- -

In dem zweiten Abschnitt der vorliegenden Schrift beschäftigt sich der Verf. mit der Construction der regelmässigen allseitig unendlichen Punktsysteme. Es kann nicht die Aufgabe dieses Berichtes sein, die umfangreiche Untersuchung (S. 63—174) auszugsweise wiederzugeben. Die Ergebnisse derselben hat der Verf. in einer tabellarischen Uebersicht der 66 Punktsysteme (§ 27) zusammengestellt. Der Anordnung der Systeme in dieser Tabelle entspricht die Reihenfolge der Figuren auf den fünf Tafeln der Schrift.

I. System ohne Axen.
1) Axenloses Raumgitter.

II. A. Systeme mit 2-zähligen Hauptaxen von einer einzigen Richtung.
2) 2-zähliges Säulensystem.
3) 2-punktschraubensystem.
4) System der klinorhombischen Säule.

II. B. Systeme mit 2-zähligen gleichen Hauptaxen von zwei entgegengesetzten Richtungen.

Gruppe α.
5) System der rechteckigen Säule.
6) Zusammengesetztes rechteckiges 2-punktschraubensystem.
7) System der Rhombensäule erster Art.
8) Rhombenoktaëdersystem.

Gruppe β.
9) Zusammengesetztes rhombisches 2-punktschraubensystem.
10) System des Oblongoktaëders.
11) Rhombisches Gegenschraubensystem.

Gruppe γ.
12) Abwechselndes rechteckiges 2-punktschraubensystem erster Art.
13) System der Rhombensäule zweiter Art.

Gruppe δ.
14) Abwechselndes rechteckiges 2-punktschraubensystem zweiter Art.

III. A. Systeme mit 3-zähligen Hauptaxen von einer einzigen Richtung.
15) Rechtes } 3-punktschraubensystem
16) Linkes }
17) 3-seitiges Säulensystem.
18) Rhomboëdersystem.

III. B. Systeme mit 3-zähligen gleichen Hauptaxen von zwei entgegengesetzten Richtungen.

Gruppe α.
19) Rechtes } zusammengesetztes 3-punktschraubensystem.
20) Linkes }

21) Zusammengesetztes 3-seitiges Säulensystem.
22) Zusammengesetztes Rhomboëdersystem.

Gruppe β.

23) Rechtes } abwechselndes 3-punktschraubensystem.
24) Linkes }
25) Abwechselndes 3-seitiges Säulensystem.

IV. A. Systeme mit 4-zähligen Hauptaxen von einer einzigen Richtung.

26) Rechtes } 4-punktschraubensystem.
27) Linkes }
28) 4-zähliges Gegenschraubensystem.
29) Zweigängiges 4-punktschraubensystem.
30) Quadratsäulensystem.
31) Quadratoktaëdersystem.

IV. B. Systeme mit 4-zähligen gleichen Hauptaxen von zwei entgegengesetzten Richtungen.

Gruppe α.

32) Rechtes } zusammengesetztes 4-punktschraubensystem.
33) Linkes }
34) 4-zähliges zusammengesetztes Gegenschraubensystem.
35) Zweigängiges zusammengesetztes 4-punktschraubensystem.
36) Zusammengesetztes Quadratsäulensystem.
37) Zusammengesetztes Quadratoktaëdersystem.

Gruppe β.

38) Rechtes } abwechselndes 4-punktschraubensystem.
39) Linkes }
40) Abwechselndes zweigängiges 4-punktschraubensystem.
41) Abwechselndes Quadratsäulensystem.

V. A. Systeme mit 6-zähligen Hauptaxen von einer einzigen Richtung.

42) Rechtes } 6-punktschraubensystem.
43) Linkes }
44) Rechtes } zweigängiges 6-punktschraubensystem.
45) Linkes }
46) Dreigängiges 6-punktschraubensystem.
47) Hexagonalsäulensystem.

V. B. Systeme mit 6-zähligen gleichen Hauptaxen von zwei entgegengesetzten Richtungen.

48) Rechtes } zusammengesetztes 6-punktschraubensystem.
49) Linkes }
50) Rechtes } zweigängiges zusammengesetztes 6-punktschraubensystem.
51) Linkes }
52) Dreigängiges zusammengesetztes 6-punktschraubensystem.
53) Zusammengesetztes Hexagonalsystem.

VI. Systeme mit 3-zähligen Hauptaxen von mehr als zwei Richtungen.

54) Kubisches }
55) Oktaëdrisches } 12-punktnersystem.
56) Rhombendodekaëdrisches }
57) Reguläres zusammengesetztes 2-punktschraubensystem.
58) Reguläres abwechselndes 2-punktschraubensystem.

VII. Systeme mit 4-zähligen Hauptaxen von mehr als zwei Richtungen.

59) Kubisches 24-punktnersystem.

60) Oktaëdrisches } 24-punktnersystem.
61) Rhombendodekaëdrisches }
62) Reguläres Gegenschraubensystem erster Art.
63) Reguläres Gegenschraubensystem zweiter Art.
64) Reguläres zweigängiges 4-punktschraubensystem.
65) Rechtes } reguläres 4-punktschraubensystem.
66) Linkes }

Zu dem System 1) bemerkt der Verf.: nicht alle Raumgitter sind axenlos; sondern bei passender Wahl der Kanten und Winkel der parallelepipedischen Maschen besitzen sie Axen. Daraus erklärt es sich, dass sie von Seeber, Frankenheim, Delafosse und Bravais für die wahren Structurformen aller Krystalle gehalten werden konnten.

Die Beziehung der regelmässigen Punktsysteme zu den Raumgittern spricht der Verf. durch den folgenden Satz aus: jedes regelmässige allseitig unendliche Punktsystem besteht im Allgemeinen aus mehreren in einander gestellten congruenten Raumgittern; oder es reducirt sich in speciellen Fällen auf ein einziges Raumgitter. Die Deckschiebungen des Systems sind identisch mit denen des zu Grunde liegenden Raumgitters.

Der dritte Abschnitt enthält die Prüfung der Theorie an der Erfahrung. Zunächst (im Kapitel IX) werden die geometrischen Eigenschaften der Krystalle mit denjenigen der regelmässigen Punktsysteme verglichen. Bei den Krystallen ist nur die Lage der Grenzflächen, nicht die Structur der unmittelbaren Beobachtung zugänglich. Dagegen kennt man bei den Punktsystemen zunächst nur die Anordnung der Punkte, und es ist eine noch zu lösende Aufgabe, die eine eigene, wohl auf die Molekularkräfte bezügliche Hypothese erfordern wird: zu ermitteln, welche Grenzflächen auftreten müssen, wenn Molekeln zu einer der theoretisch möglichen Structurformen zusammentreten. In Folge dessen kann sich die geometrische Vergleichung der Krystalle und der Punktsysteme nur auf die allgemeinen Symmetrieverhältnisse beziehen. Aus derselben ergiebt sich nun, dass alle bei regelmässigen unendlichen Punktsystemen geometrisch möglichen Arten von Symmetrie bei den Krystallen wirklich vorkommen; und ferner, dass dies die einzig vorkommenden Symmetriearten sind. — Bei Gelegenheit der in Rede stehenden Vergleichung giebt der Verf. einige treffende Bemerkungen über das Unzureichende der Charakterisirung der Krystallsysteme durch Symmetrieebenen. Diese passt unmittelbar nur auf die Vollflächner, während die Halbflächner, im Widerspruch mit der allgemeinen Charakteristik der Systeme, denselben als eine Art Ausnahmeerscheinung angehängt werden müssen. Da jedoch Halb- und Viertelflächigkeit nicht als eine untergeordnete Erscheinung, sondern als gleichberechtigt mit der Vollflächigkeit zu erachten ist, so ist es nothwendig, bei einer Eintheilung der Krystalle in Systeme die letzteren so zu definiren, dass sie die Halb- und Viertelflächner mit umfassen. Dies geschieht bei der Charakteristik der Krystallsysteme durch Symmetrieaxen, sobald man nur die rhomboëdrischen Gestalten zu einem eigenen System zusammengefasst hat.

Der folgenden Uebersichtstabelle der Krystallsysteme sind in Klammern die Nummern der entsprechenden Abtheilungen der regelmässigen Punktsysteme beigefügt:

1) Triklines System. Keine Symmetrieaxe (I.).
2) Monoklines System. Eine 2-zählige Symmetrieaxe (II. A.).

3) Rhombisches System. Drei ungleiche auf einander senkrechte 2-zählige Symmetrieaxen (II. B.).
4) Rhomboëdrisches System. Eine dreizählige Symmetrieaxe, begleitet oder nicht von 2-zähligen Queraxen (III. B. und A.).
5) Quadratisches System. Eine vierzählige Symmetrieaxe, begleitet oder nicht von 2-zähligen Queraxen (IV. B. und A.).
6) Hexagonales System. Eine 6-zählige Symmetrieaxe, begleitet oder nicht von 2-zähligen Queraxen (V. B. und A.).
7) Reguläres System. Vier gleiche 3-zählige Symmetrieaxen, parallel den Diagonalen eines Würfels; daneben entweder drei gleiche 4-zählige, oder drei gleiche 2-zählige Symmetrieaxen, parallel den Kanten desselben Würfels (VII. und VI.).

Im Anschluss an diese Charakterisirung der Krystallsysteme werden dann von dem Verf. alle bisher beobachteten Arten von Hemiëdrie und Tetartoëdrie auf den Grad ihrer Symmetrie untersucht und der entsprechenden Abtheilung regelmässiger unendlicher Punktsysteme zugewiesen. — Hierauf wird ausgeführt, dass die in Rede stehende Theorie der Krystallstructur von der Existenz sehr verschiedenartiger Krystallreihen, und überhaupt mannigfach verschiedener Ausbildungsweisen, innerhalb eines jeden Krystallsystems vollständige Rechenschaft giebt. Denn erstens gehören (abgesehen von den axenlosen Systemen) in jede der Hauptabtheilungen, deren je eine oder zwei einem Krystallsystem entsprechen, mehrere verschiedene Punktsysteme und zweitens sind auch innerhalb eines jeden der 66 Punktsysteme noch die mannigfaltigsten Modificationen möglich. Allerdings ist man gänzlich ausser Stande anzugeben, ob die geradezu grenzenlose Menge von verschiedenen geometrisch möglichen regelmässigen Punktsystemen auch mechanisch möglich ist, d. h. ob diese Punktsysteme stabile Gleichgewichtslagen für congruente Molekeln sind.

Der Verf. wendet sich nun zur Betrachtung der Grenzformen, der hemimorphen Gestalten und der Isomorphie. Fast sämmtliche Grenzformen stellen sich als gewisse Specialfälle der allgemeinen regelmässigen Punktsysteme heraus, ohne dass zu ihrer Erklärung noch besondere Annahmen erforderlich wären. Dagegen folgt aus einer Discussion der bisher bekannt gewordenen Fälle von Hemimorphie, namentlich derjenigen des rhombischen und monoklinen Systems, dass der Grund der Hemimorphie nicht in der Anordnung der Molekelcentra, sondern nach dem Vorgange von Bravais unmittelbar in der Beschaffenheit der Molekel gesucht werden muss. Weil Hemimorphie stets mit polarer Pyroëlektricität verknüpft gefunden wird, liegt es nahe, in allen Fällen des Auftretens der letzteren auch Hemimorphie vorauszusetzen, wozu dann freilich, wie der Verf. ausführt, der Begriff der Hemimorphie dahin erweitert werden muss: Ein Krystall ist hemimorph nach einer Symmetrieaxe, wenn die beiden Axenhälften weder deckbar gleich noch spiegelbildlich gleich sind. Gegen diese Erweiterung spricht nur eine Beobachtung von H. Friedel, der zufolge polare Pyroëlektricität an entgegengesetzten Enden der Normale einer Sphenoidfläche beim Kupferkies auftritt. Die beiden Fälle des Auftretens polarer Pyroëlektricität, nämlich 1) bei hemimorphen 2) bei geneigtflächig hemiëdrischen Krystallen, lassen sich nur dadurch unter einen gemeinschaftlichen geometrischen Gesichtspunkt bringen, dass man erfahrungsgemäss ausspricht: Polare Pyroëlektricität findet sich nur bei solchen Krystallgestalten, zu deren Begrenzung Flächen ohne ihre Parallelflächen gehören. — Die Thatsache der Isomorphie gewinnt durch die neue Theorie der Krystallstructur an Verständlichkeit. Die Fähigkeit isomorpher Substanzen

zusammenzukrystallisiren weist darauf hin, dass das Wesen der Isomorphie in einer Aehnlichkeit der Structur, sogar mit möglichster Gleichheit der absoluten Dimensionen (wegen der häufigen Gleichheit der specifischen Volumina), zu suchen ist. Mit Rücksicht hierauf stellt der Verf. folgenden Satz auf: Isomorph sind zwei Substanzen, welche in krystallisirtem Zustande congruente oder doch nahezu congruente Structurformen besitzen (wobei unter Structurformen die obigen 66 Punktsysteme verstanden sind).

Das letzte (X.) Kapitel enthält die Prüfung der neuen Theorie der Krystallstructur an den physikalischen Eigenschaften der Krystalle. Erfahrungsgemäss sind die physikalischen Eigenschaften längs der geraden Linien, welche durch irgend einen Punkt eines Krystalles gelegt werden können, nur abhängig von den Richtungen der Geraden, aber unabhängig von ihrem Ausgangspunkt; oder mit andern Worten in einem Krystall giebt es unzählig viele Punkte (homologe Orte), um deren jeden die Massenvertheilung parallel mit beliebigen fest im Raume gegebenen Richtungen dieselbe ist wie um jeden anderen. Man kann nachweisen, dass die homologen Orte parallelepipedisch angeordnet sein, d. h. ein Bravais'sches Raumgitter bilden müssen. Mit dieser, aus einem Erfahrungssatze abgeleiteten Folgerung stimmt die neue Theorie vollständig überein; denn jedes der 66 regelmässigen Punktsysteme enthält parallelepipedisch angeordnete homologe Orte. Da, wie vorher gezeigt wurde, ein Krystall bezüglich seiner Structur als aus mehreren in einander gestellten Raumgittern bestehend anzusehen ist, so erhellt, dass die neue Theorie die allgemeinste denkbare Folgerung aus der Gesammtheit der physikalischen Thatsachen ist. Aus physikalischen Beobachtungen wird man im Allgemeinen keine Entscheidung zwischen dieser allgemeinen Theorie und der speciellen Bravais'schen erwarten dürfen. Denn man kann nicht das physikalische Verhalten gerade nur längs einer mathematischen Geraden, die von einem mathematischen Punkte ausgeht, studiren und daraus entscheiden, ob das Verhalten längs paralleler Geraden immer das gleiche sei, von welchem mathematischen Punkte aus man die Linien auch ziehen mag. Vielmehr kann man stets nur eine Krystallpartie von merklicher Breite dem Versuche unterwerfen. Daraus folgt, dass die Beobachtungen im Allgemeinen keine unmittelbare nähere Auskunft über die Lagerung der Theilchen geben können, ausser dass sie den allgemeinen Symmetriecharakter des Krystalls erkennen lassen. Nichts desto weniger giebt es gewisse specielle Eigenschaften, z. B. die Drehung der Polarisationsebene in manchen Krystallen, welche doch mit bemerkenswerther Deutlichkeit auf solche Structuren hinweisen, wie sie nur in der neuen Theorie vorkommen.

Der Verf. betont mit Recht, dass die Abhängigkeit der physikalischen Eigenschaften von der krystallographischen Richtung durchaus nicht für alle Eigenschaften eine gleich unmittelbare ist. Wenn für irgend eine Eigenschaft (z. B. Härte) in zwei Richtungen *a* und *b* im Krystall Gleichheit herrscht, so kann letztere wesentlich oder unwesentlich (singulär) sein. Die Gleichheit ist wesentlich, wenn in allen unendlich wenig von *a* verschiedenen Richtungen sich ebensolche Werthe und in ebensolcher Reihenfolge finden, wie in allen unendlich wenig von *b* verschiedenen Richtungen. Wenn dies nicht der Fall ist, so ist die Gleichheit unwesentlich oder singulär. Unter »Gleichheit« schlechtweg versteht der Verf. immer wesentliche Gleichheit. Unter »übereinstimmenden krystallographischen Richtungen« werden solche verstanden, durch deren Ineinanderlegung die Krystallgestalt in zwei Lagen geführt wird, die sich entweder decken, oder die zu einander symmetrisch sind in Bezug auf eine durch die Zusammen-

fallsrichtung gelegte Ebene. Der Begriff der Uebereinstimmung umfasst hiernach die beiden Begriffe der Congruenz und der Symmetrie (Deckungsgleichheit und spiegelbildliche Gleichheit). Mit Benutzung der so erklärten Ausdrücke charakterisirt der Verfasser die von ihm aufgestellte Eintheilung der physikalischen Eigenschaften der Krystalle in zwei Gruppen durch folgende Sätze:

> Die Eigenschaften der ersten Gruppe sind dadurch charakterisirt, dass Gleichheit nur in solchen Richtungen herrscht, die auch krystallographisch übereinstimmen; hierher hauptsächlich alle von der Cohäsion abhängigen Eigenschaften.
>
> Bei den Eigenschaften der zweiten Gruppe ist dagegen die Gleichheit nicht durchgängig auf krystallographisch übereinstimmende Richtungen beschränkt; hierher die optischen, thermischen, magnetischen und einige elektrischen Eigenschaften.

Erste Gruppe. Die Betrachtung der von der Cohäsion abhängigen Eigenschaften der Krystalle (Spaltbarkeit, Gleitbrüche, Zugfestigkeit, Härte, Aetzfiguren, Elasticität) ergiebt, dass die neue Theorie der Krystallstructur allerdings nicht in genauer quantitativer Weise über das mechanische Verhalten der Krystalle Aufschluss zu geben vermag, weil die Kenntniss des Gesetzes der Molekularkräfte noch fehlt; aber qualitativ ist dieses Verhalten auf Grund jener Theorie im Allgemeinen vollkommen begreiflich. Denn mit wie gearteten Cohäsionskräften man auch die Krystallelemente auf einander wirkend denken mag: so werden die letzteren (abgesehen von singulären Richtungen) doch nur längs solcher Geraden in übereinstimmender Weise wirken können, um welche herum sie in völlig übereinstimmender Weise angeordnet sind. Es ist folglich nur in krystallographisch übereinstimmenden Richtungen gleiches mechanisches Verhalten möglich. — Auch die Pyroëlektricität scheint zur ersten Gruppe zu gehören. Nach den vorliegenden Beobachtungen findet gleiches pyroëlektrisches Verhalten nur in krystallographisch übereinstimmenden Richtungen statt. Für den nahen Zusammenhang der Pyroëlektricität mit der Structur sprechen namentlich die von Hankel am Quarz und am Apatit gemachten Beobachtungen.

Zweite Gruppe. Die hierher gehörigen Eigenschaften stehen nicht in einer so unmittelbaren Abhängigkeit von der Structur, wie die vorigen. Der Verf. betrachtet das Verhalten der Krystalle gegen optische oder thermische Strahlung, die Ausdehnung der Krystalle durch Wärme, die Wärmeleitungsfähigkeit, die Verwitterung, das elektrische Leitungsvermögen, die diëlektrische Polarisation und das magnetische Verhalten der Krystalle. Jede dieser Eigenschaften wird als Function der Richtung genau oder doch nahezu vermittelst der Radiivectoren eines Ellipsoides (mit den Specialfällen des Rotationsellipsoides und der Kugel) dargestellt. Hiermit ist ausgesprochen, dass bei jeder dieser Eigenschaften die Gleichheit im Allgemeinen nicht auf krystallographisch übereinstimmende Richtungen beschränkt ist. Ob diese den Eigenschaften der zweiten Gruppe eigenthümliche lockerere Beziehung zur Structur, wie Savart vermuthete, dahin zu deuten ist, dass diese Eigenschaften unmittelbar durch die Beschaffenheit der einzelnen Molekeln bedingt sind, oder ob man zu dem Medium des Aethers seine Zuflucht nehmen muss, dessen Dichtigkeit oder Elasticität durch die Massentheilchen verhältnissmässig nur in geringem Grade beeinflusst zu denken sind: das zu entscheiden ist man bei dem jetzigen Zustande der Kenntnisse nicht in der Lage. Immerhin lässt sich constatiren, dass in solchen Richtungen, für welche die Theorie der Krystallstructur eine übereinstimmende Anordnung der Krystallelemente angiebt, d. h. welche krystallographisch übereinstimmen, auch stets

Gleichheit des physikalischen Verhaltens herrscht; und ferner, dass keine einzige Thatsache mit der Theorie in Widerspruch steht. — Für eine der zur zweiten Gruppe gehörigen Eigenschaften ist es dem Verf. gelungen, einen unmittelbaren Zusammenhang mit der Structur nicht nur im Allgemeinen nachzuweisen, sondern denselben sogar soweit zu verfolgen, dass sich ganz bestimmte Punktsysteme als die Structurformen jener Krystalle (wenigstens mit grosser Wahrscheinlichkeit) angeben lassen. Diese, nur bei verhältnissmässig wenigen krystallisirten Substanzen auftretende Erscheinung ist die Drehung der Polarisationsebene eines durchgehenden Strahles. Jeder der mit dieser Eigenschaft begabten Stoffe zeigt in seiner äusseren Form und, wie aus den Aetzfiguren hervorgeht, auch in der Structur Enantiomorphie. Das Vorkommen enantiomorpher Gebilde dient gerade der neuen Theorie der Krystallstructur zur Bestätigung. Denn wie man im regulären Krystallsystem und in den mit einer Hauptaxe begabten Krystallsystemen optisch rechts und links drehende Krystalle kennt, welche paarweise enantiomorph sind, so enthalten alle jenen Systemen entsprechenden Abtheilungen der regelmässigen allseitig unendlichen Punktsysteme (VI, VII, III, IV, V) solche, die einander als enantiomorphe Gebilde paarweise zugeordnet sind. Hierher gehören vor Allem die rechten und linken Schraubensysteme, ausserdem aber auch solche Gebilde, wie das rhombische Sphenoid der Abtheilung II. B, der 12-punktner und 24-punktner der Abtheilungen VI und VII, und andere, welche sämmtlich entweder als die eine oder die andere von zwei enantiomorphen Varietäten vorkommen. Da es Krystalle giebt, welche die Bedingung der Enantiomorphie erfüllen und doch die Polarisationsebene nicht drehen (alle Krystalle mit rhombischen Sphenoiden, die mit enantiomorphen Formen des regulären Systems auftretenden isomorphen Nitrate des Blei, Baryum und Strontium)*), so ist die Enantiomorphie zwar eine nothwendige, aber nicht die einzige Bedingung für das Vorhandensein des optischen Drehvermögens von Krystallen. Mit Hülfe der neuen Theorie der Krystallstructur ist es nun dem Verfasser gelungen, den zureichenden Grund für das optische Drehvermögen anzugeben, und zugleich zu zeigen, dass solche Krystalle enantiomorph sein müssen. Hiernach wird das optische Drehvermögen von Krystallen bedingt durch ihre einer Reusch'schen Glimmercombination analoge Structur**). Unter den regelmässigen Punktsystemen sind aber nicht wenige enthalten, welche eine vollkommen analoge Punktanordnung darbieten, wie diese Glimmercombination: es sind vor Allem die Schraubensysteme mit 2-zähligen Queraxen (Nr. 19, 20; 23, 24; 32, 33; 38, 39; 48, 49; 57, 58; 65, 66). Die beiden letzten entsprechen regulären Krystallen; aber auch die Systeme 57 und 58 haben wenigstens ähnlichen Charakter. Aus dieser Untersuchung erhellt, dass die Dissymmetrie des Aethers in den drehenden Krystallen eine complicirtere ist, als die, welche der Fresnel'schen Erklärung des optischen Drehvermögens der Krystalle zu Grunde liegt.

Im Schlusswort seines lichtvollen Werkes wiederholt der Verf., dass die neue Theorie der Krystallstructur ihrer Natur nach eine rein geometrische, keine mechanische ist. Welche von den regelmässigen Punktsystemen factisch möglich sind, ist ganz unentschieden geblieben. Als nächste Aufgabe bietet sich daher folgende dar: Für jedes der regelmässigen Punktsysteme zu untersuchen, was

*) Vergl. L. Wulff, d. Zeitschr. **4**, 122.

) L. Sohncke, Zur Theorie des optischen Drehvermögens von Krystallen. Mathem. Ann. 1876, **9, 504—529. Die Glimmercombination von Reusch und das optische Drehvermögen von Krystallen. Pogg. Ann. 1878, Ergänz.-Bd. **8**, 16—64.

für Eigenschaften und Kräfte das bisher durch einen Punkt ersetzte Krystallelement besitzen muss, damit es mit seinesgleichen gerade zu jener bestimmten Structurform zusammentritt. Ref.: Th. Liebisch.

11. E. Abbe (in Jena): **Ueber die Bestimmung der Brechungsverhältnisse fester Körper mittelst des Refractometers** (Sitzungsber. Jenaische Ges. f. Med. u. Naturw. 21. Febr. 1879. Daraus in: Carl's Repert. f. Exp. Physik, Bd. **15**, 643—652). Die vom Verf. construirten, zuerst zur Bestimmung der dioptrischen Constanten flüssiger Körper eingerichteten Refractometer sind, wie in der vorliegenden Abhandlung gezeigt wird, auch zur optischen Untersuchung fester, einfach- oder doppeltbrechender Körper geeignet. Der Verf. beschreibt die Vorrichtungen, die er an dem grösseren Refractometer*) anbringen liess, um dieses Instrument zur Beobachtung fester Körper herzurichten. Dieselben bestehen im Wesentlichen nur in einer geringen Veränderung der Fassung des auf der Alhidade des Refractometers sitzenden Flintglasprismas. — Die Genauigkeit der Messungen ergiebt sich aus folgenden Beispielen. Bei Beobachtung mit weissem Licht, und unter Benutzung des vom Verf. construirten Compensators wurden die Brechungsindices für die Fraunhofer'sche Linie D und die aus der Compensatorstellung für das Intervall von der Linie D bis zur Linie F zu berechnende Dispersion Δn bestimmt:

		ω	Δn	ε	Δn
Quarz	Refractometer	1,5440	0,0054	1,5530	0,0055
	Rudberg	1,5442	0,0055	1,5533	0,0057
Kalkspath	Refractometer	1,6588	0,0097	1,4858	0,0043
	Rudberg	1,6585	0,0095	1,4864	0,0044

Die Differenz von einander nahe liegenden Brechungsexponenten, z. B. bei Substanzen von geringer Doppelbrechung, wird nach dem Verf. bis auf etwa zwei Einheiten der vierten Decimale richtig erhalten. Da der zu untersuchende feste Körper mit dem Glasprisma des Refractometers durch eine Flüssigkeit von höherem Brechungsindex verbunden werden muss, so hängt der Umfang der möglichen Anwendung des Refractometers wesentlich von den für diesen Zweck disponiblen Flüssigkeiten ab. Als solche bieten sich dar:

Cassia-Oel, reicht bis zum Index	1,58
Zimmt-Aldehyd C^9H^8O	1,62
Schwefelkohlenstoff	1,62
Schwefel-Chlorür ClS	1,654
Selenyl-Chlorür $SeOCl^2$	1,653
Phenyl-Sulfid $[C^6H^5]^2S$	1,623
Phosphor-Bromür PBr^3 über	1,68

Schwefelkohlenstoff ist wegen seiner Flüchtigkeit unbequem. Dagegen ist Arsen-Bromür $AsBr^3$ vortheilhaft anzuwenden. Sein Brechungsindex besitzt nach einer Bestimmung im Hohlprisma bei 24° C. für Natriumlicht den abnorm hohen Werth von **1,781.**

*) E. Abbe, Neue Apparate zur Bestimmung des Brechungs- und Zerstreuungsvermögens fester und flüssiger Körper. Jena 1874. Sep.-Abdr. aus der Jenaischen Zeitschrift für Naturwiss. — Fig. 7.

Im Vergleich mit dem Verfahren von F. Kohlrausch*) besitzt die Anwendung des Refractometers wesentliche Vorzüge. Als solche sind hervorzuheben 1) die Benutzung einer vorausberechneten Theilung zur directen Ablesung der Brechungsexponenten, 2) der Wegfall aller Temperaturcorrectionen, 3) der beträchtliche Vorsprung in der Ausdehnung der Messung nach der Seite der hohen Brechungsindices, der so lange bestehen wird, als sich nicht etwa eine Flüssigkeit von extrem hohem Index findet, welche auch in grösseren Mengen so handlich und so inagressiv wie Schwefelkohlenstoff ist. Da beim Refractometer die betreffende Flüssigkeit nur in ganz minimalen Portionen zur Verwendung kommt und Verunreinigung, Zerstreuung und dergl. bei einiger Vorsicht völlig zu vermeiden ist, so kann man hier unbedenklich Substanzen in Gebrauch nehmen, mit welchen man, wie z. B. mit Arsen-Bromür, aus nahe liegenden Gründen in grösseren Quantitäten nicht wird häufig manipuliren dürfen.

Ref.: Th. Liebisch.

12. S. P. Thompson und **O. J. Lodge** (in London): **Ueber die einseitige Leitung von Wärme und Elektricität im Turmalin** (On Unilateral Conductivity in Tourmaline Crystals. Phil. Mag. London (5) Vol. 8, No. 46, Juli 1879, 18—25).

Ist in einer homogenen Substanz der Widerstand beim Durchgang der Elektricität oder der Wärme in der Richtung von einem Punkte A nach einem Punkte B verschieden von dem Widerstand in der entgegengesetzten Richtung BA, so besitzt die Substanz eine »einseitige Leitung«. Lodge vermuthete, dass die Erscheinung der Pyroelektricität des Turmalins und anderer Krystalle zu erklären sei, wenn nachgewiesen werden könne, dass diese Substanzen in gewissen Richtungen einseitige Leitung der Elektricität und der Wärme besitzen.

Nach der Methode von Sénarmont wurde die Wärmeleitung einer parallel zur Hauptaxe geschnittenen Turmalinplatte bestimmt. Die annähernd kreisrunde Platte war 2 mm dick; der Durchmesser betrug in der Richtung der Hauptaxe 25,3 mm, in der zu ihr senkrechten Richtung 25,6 mm. Zur Bestimmung der Isothermen wurde bei der einen Versuchsreihe Wachs, bei der zweiten eine Verbindung von Kupferjodid mit Quecksilberjodid, welche bei 94⁰ schwarz wird, angewendet. Die Versuche zeigten, dass die Isothermen nicht symmetrisch in Bezug auf den Ausgangspunkt der Wärme sind, sondern die Form einer gestörten Ellipse besitzen, die nach dem analogen Pole des Krystalles hin verlängert ist. Die Messungen der kleinen Halbaxen der Isothermen in der Richtung der Hauptaxe des Turmalins ergaben die Verhältnisse:

	— Halbaxe:	+ Halbaxe:		
Versuche mit Wachs	2,5	3,1	oder	100 : 124
	3,1	4,4		100 : 142
	4,3	5,9		100 : 137
	5,6	7,2		100 : 129
	6,7	8,4		100 : 124
	10	12,8		100 : 128
Versuche mit Doppeljodid von *Cu* und *Hg*.	2,0	2,5		100 : 125
	3,1	4,2		100 : 135
	3,9	5,1		100 : 130
	5,9	6,9		100 : 117
			Mittel	100 : 129,1

*) s. diese Zeitschrift 2, 100.

Hieraus folgt, dass beim Erwärmen eines Turmalinkrystalles die Wärme nach dem analogen Pole hin leichter als in der entgegengesetzten Richtung geleitet wird. Die Isothermen bestehen aus zwei Halbellipsen mit gemeinsamer grösserer Axe; die kleineren Halbaxen derselben verhalten sich wie 1 : 1,3. — Ein gleiches Resultat ergab ein durchscheinender grüner Turmalin. Die Isothermen wurden dargestellt bei niedrigeren Temperaturen durch Schmelzen von Häutchen von Kakaobutter, bei höheren durch Schmelzen von festen Paraffinen von bestimmtem Schmelzpunkt.

Eine zweite einfachere Methode beruht auf der Anwendung eines umkehrbaren Contact-Thermometers. Die Krystallplatte (Turmalin vom Ural, 2,32 mm dick, 35,5 mm lang, 24,4 mm breit) wurde zwischen zwei Glasröhren von 20 mm innerem Durchmesser und 1 mm Wanddicke befestigt. Die eine derselben enthielt eine abgewogene Quantität Quecksilber und ein Thermometer. In die andere wurde Wasserdampf geblasen derart, dass die Wärme aufwärts durch den Krystall ging und das Quecksilber erwärmte. Nachdem eine Messung bei dieser Anordnung gemacht war, wurde das Quecksilber in die zweite Röhre gebracht und der Dampf in die erste Röhre geblasen. Nach mehreren derartigen Versuchen wurde die Krystallplatte herausgenommen und umgewendet. Darauf wurde eine zweite Reihe von Versuchen ausgeführt. Die beiden Flächen der Krystallplatte sind bezeichnet mit α und β; α entspricht dem antilogen, β dem analogen Pole des Krystalls. Die Differenz der Temperatur am Anfang und am Schluss der Versuche betrug 50°, resp. 40° C.

Versuchsreihen	Temperaturdifferenz	Richtung der Wärmeleitung und Zeit				Zeitverhältniss	Anfangstemperaturen	Erste Operation
		$\alpha \dots \beta$		$\beta \dots \alpha$				
		Min.	Sec.	Min.	Sec.			
I. II.	50°	3	30	5	0	100:142	19° und 22°	$\beta \dots \alpha$
III. IV.	50	4	15	6	0	100:141	22,25 – 23	$\beta \dots \alpha$
V. VI.	50	3	40	3	30	100: 94,5	15,5 – 20	$\beta \dots \alpha$
VIII. IX.	40	2	30	3	00	100:120	17,5 – 21,25	$\alpha \dots \beta$
X. XI.	40	2	30	2	40	100:107	18,75 – 19,5	$\alpha \dots \beta$
Der Krystall wurde umgewendet.								
III. IV.	40	2	45	3	15	100:118	25,5 – 27	$\beta \dots \alpha$
V. VI.	40	3	00	3	25	100:108,3	22,5 – 26,25	$\alpha \dots \beta$
VII. VIII.	40	2	35	3	25	100:125	24,75 – 26,25	$\alpha \dots \beta$

Mittleres Zeitverhältniss 100 : 119
$\alpha \dots \beta$ $\beta \dots \alpha$

Die Wärme wird also schneller nach dem Pole geleitet, der beim Erwärmen positiv elektrisch wird.

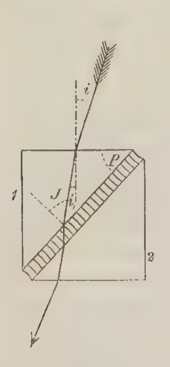
Die Versuche über die einseitige Leitung der Elektricität im Turmalin ergaben bis jetzt negative Resultate.

Ref.: Th. Liebisch.

13. G. Quincke (in Heidelberg): **Ueber die Bestimmung des Brechungsexponenten mit totaler Reflexion** (Aus der Festschrift der naturf. Gesellsch. zu Halle 1879).

Derselbe: Ueber die Brechungsindices von Gläsern und Quarzkrystallen (Extracts from two Letters by Prof. Quincke on the Refractive Indices of Glass and Quartz as tested by Reflection from the Surface. Communic. by Sir W. Thomson. Proceed. Roy. Soc. Edinburgh, Vol. IX, 1878, 567—570).

Die Methode, deren sich der Verf. zur Bestimmung der Brechungsindices von Gläsern und Krystallen für verschiedene Fraunhofer'sche Linien bediente, ist gegründet auf die Beobachtung des Grenzwinkels der totalen Reflexion an einer planparallelen Platte des zu untersuchenden Körpers, welche mit Cassiaöl zwischen zwei Flintglasprismen gebracht wurde. Bei frischen Oberflächen erreichte der Verf. eine befriedigende Genauigkeit. — Die Beobachtungen wurden angestellt mit einem Spectrometer, dessen Horizontalkreis in 5 Minuten getheilt ist und dessen Schraubenmikroskope 2 Secunden angeben. Den Fernröhren sind Gauss'sche Oculare mit Plangläsern zur Beleuchtung der Fadenkreuze beigegeben. Das centrale, mit Stellschrauben versehene Tischchen ist um eine verticale Axe drehbar. Auf demselben wird ein rechtwinkliges, gleichseitiges Flintglasprisma mit Kolophoniumkitt befestigt, eine Kathetenfläche und die Hypothenusenfläche senkrecht zur Kreistheilung gestellt, der Neigungswinkel P beider Flächen gemessen und mit der Methode des Minimums der Ablenkung der Brechungsindex μ des Flintglases für die verschiedenen Fraunhofer'schen Linien bestimmt. Auf die Hypothenusenfläche wird ein kleiner Tropfen Cassiaöl gebracht, und die Objectplatte G, deren Brechungsindex n bestimmt werden soll, dagegen gelegt. Durch Capillarwirkung saugt sich dieselbe fest an die Hypothenusenfläche an. Gegen die freie Fläche der Objectplatte G wird dann die mit mehr Cassiaöl benetzte Hypothenusenfläche eines zweiten rechtwinkligen Flintglasprismas lose angedrückt. Sonnenlicht fällt in horizontaler Richtung durch den Spalt und die Collimatorlinse auf die Kathetenfläche des ersten Flintglasprismas unter dem Einfallswinkel i (s. nebenstehende Figur), tritt mit dem Brechungswinkel i_1 in das Flintglas ein, trifft die Hypothenusenfläche des Flintglases unter dem Einfallswinkel J, durchdringt die Objectplatte und die gegenüberliegende Kathetenfläche des zweiten Flintglasprismas und gelangt durch ein Prismensystem zum direct Sehen in das Auge des Beobachters. Zuweilen wurde zwischen das geradsichtige Prismensystem und das Auge noch ein Fernrohr eingeschaltet. Bei genügend kleinem Einfallswinkel J sieht man ein Spectrum mit Fraunhofer'schen Linien. Durch Drehen des Tischchens mit den Flintglasprismen wird J vergrössert, bis totale Reflexion beginnt und ein dunkler Streifen von Blau nach Roth durch das Spectrum vorrückt. Man stellt denselben auf eine Fraunhofer'sche Linie und misst für diese Lage den Einfallswinkel i. Der Brechungsindex n ist dann zu berechnen aus den Formeln:



$$\sin i_1 = \frac{\sin i}{\mu}, \quad J = P + i_1 \quad n = \mu \sin J$$

woraus folgt:

$$n = \mu \sin \left\{ P + arc \left(\sin = \frac{\sin i}{\mu} \right) \right\}$$

Die Anwendung dieser Methode ist nicht auf die Benutzung rechtwinkliger gleichschenkliger Flintglasprismen beschränkt. Bringt man blos Cassiaöl oder eine andere Flüssigkeit mit kleinerem Brechungsindex zwischen die Flintglasprismen, so bestimmt man deren Brechungsindex in derselben Weise.

Ist die Objectplatte G eine Platte eines doppeltbrechenden Krystalls, so wird das Spectrum durch einen Nicol betrachtet*). Die Methode lässt sich natürlich nur benutzen für Gläser, Flüssigkeiten und Krystalle, deren Brechungsindices kleiner als die des betreffenden Flintglases sind. — Die vom Verf. zu seinen Messungen benutzten Platten waren unmittelbar vorher angefertigt worden. Die Winkel i lagen bei Cassiaöl zwischen $7^0\ 25'$ und $18^0\ 25'$; bei Quarz zwischen $1^0\ 20'$ und 7^0; bei Gyps von Fontainebleau zwischen $-4^0\ 18'$ und -11^0. Die eingeklammerten Zahlen geben die Dicken der benutzten Platten in mm. Die Buchstaben der ersten Reihe bezeichnen die Fraunhofer'schen Linien.

	Flintglas ($P = 75^0\ 6'\ 26''$)	Quarz (0,1287 mm) ‖ zur Axe		Quarz (Rudberg)**)	
	μ	n_ω	n_ε	n_ω	n_ε
A	1,613628	1,54001	1,54920		
B	1,615125	1,54108	1,54987	1,54090	1,54990
C	1,616655	1,54207	1,55065	1,54181	1,55085
D	1,621691	1,54412	1,55338	1,54418	1,55328
E	1,628082	1,54710	1,55622	1,54711	1,55631
F	1,633975	1,54966	1,55892	1,54965	1,55894
G	1,644507	1,55365	1,57166	1,55425	1,56365

	Cassiaöl	Quarz ⊥ zur Axe (0,4909 mm) links drehend		Quarz ⊥ zur Axe (0,4930 mm) rechts drehend	
	μ	n_ω	n_ε	n_ω	n_ε
B	1,58908	1,54022	1,54880	1,53958	1,54780
C	1,59265	1,54092	1,54955	1,54087	1,54933
D	1,60241	1,54318	1,55245	1,54335	1,55199
E	1,61566	1,54575	1,55533	1,54649	1,55508
F	1,63049	1,54845	1,55801	1,54868	1,55758
G		1,55246	1,56163	1,55241	1,56193

*) Ueber die Bedingungen, unter denen die Hauptbrechungsindices doppeltbrechender Krystalle durch Beobachtung des Grenzwinkels der Totalreflexion ermittelt werden können, vergl. F. Kohlrausch, Wiedem. Ann. Phys. 1878, **4**, 1 und diese Zeitschrift **2**, 100, W. Kohlrausch, Wiedem. Ann. Phys. 1879, **6**, 86, **7**, 427 und im nächsten Heft dieser Zeitschrift.

) Pogg. Ann. 1828, **14, 52.

	Gyps						
	Mittellinie ‖ zur Reflexionsebene		Mittellinie ⊥ zur Reflexionsebene		(V. von Lang)*)		
	Polarisationsebene ‖	Polarisationsebene ⊥	Polarisationsebene ⊥	Polarisationsebene ‖			
	n_1	n_2	n_2	n_3	n_1	n_2	n_3
C	1,51768	1,51982	1,52001	1,52679	1,51832	1,52036	1,52814
D	1,52007	1,52336	1,52261	1,52944	1,52082	1,52287	1,53048
E	1,52289	1,52492	1,52534	1,53238	1,52369	1,52581	1,53355
F	1,52567	1,52772	1,52844	1,53531	1,52627	1,52826	1,53599
G	1,52945	1,53172	1,53264	1,53942	1,53088	1,53283	1,54074

Die Abweichungen der einzelnen Messungen erklären sich zum Theil aus der abweichenden optischen Beschaffenheit verschiedener Krystalle derselben Substanz, wie beim Quarz, zum Theil aus der Einwirkung von Temperaturveränderungen, wie beim Gyps. Während bei frischen Flächen die Beobachtungen eine befriedigende Genauigkeit zeigen, ist dies nicht mehr der Fall bei älteren Flächen. Bei alten Quarzplatten, die seit etwa 20 Jahren im Besitz des Verf. sind, oder die in den physikalischen Sammlungen zu Würzburg und Heidelberg aufbewahrt werden, schwankte für die Fraunhofer'sche Linie D, n_ω zwischen 1,5141 und 1,5374, n_ε zwischen 1,5216 und 1,5470. Ersetzte man die alte durch eine frische Quarzfläche, ohne an dem ersten Flintglasprisma sonst etwas zu ändern, so fand sich der frühere, mit den Rudberg'schen Messungen übereinstimmende Werth. Man erkennt die Oberflächenänderung meist schon daran, dass die dunkele Grenze nicht scharf parallel der betreffenden Fraunhofer-schen Linie verläuft, sondern matt und verwaschen erscheint, dass also verschiedene Stellen derselben reflectirenden Fläche verschiedene Brechungsindices besitzen. Der Verf. sucht den Grund der Oberflächenänderung bei Quarz in einer chemischen Veränderung vielleicht durch den Wassergehalt der Luft, indem sich ein Kieselsäurehydrat bildet.

Ref.: Th. Liebisch.

14. J. Krenner (in Budapest): **Tellursilber von Botes in Siebenbürgen** (Uebers. a. d. 122. Heft des »Természettudományi Közlöny«, Budapest 1879, 3 S., apart erschienen). Der Verf. erhielt von dem Mineralienhändler Gentzsch in Wien eine fast nur aus Tellursilberkrystallen von noch nicht gesehener Schönheit bestehende Stufe, jetzt Eigenthum des Nationalmuseum zu Pest. Zwischen den grauen metallglänzenden Krystallen finden sich kleine Quarz-, Zinkblende-, Pyrit- und Kupferkieskryställchen, sowie einzelne Adulare, ähnlich denen von Felsöbanya, endlich zuweilen dünne Häutchen oder Drähte von Gold. Die Krystalle des Tellursilbers, welche zum Theil mit einer schwärzlich russigen Kruste, die sich stellenweise entfernen lässt, bedeckt sind, stellen sehr flächenreiche reguläre**) Combinationen dar, bestehend aus (100)$\infty O \infty$, (110)∞O, (111)O,

*) Sitzungsber. d. Wien. Akad. Dec. 1877, **76**, 2. Abth. — vergl. diese Zeitschr. 1878, **2**, 499.

) Diese Beobachtung bestätigt die auf Messung eines unvollständigen Krystalls von Rezbanya begründeten Angaben Schrauf's über die Isomorphie des Tellursilber mit Argentit; s. diese Zeitschr. **2, 242 und Taf. X, Fig. 32.

(122)2*O*, (210)∞*O*2, (310)∞*O*3 und untergeordnet (112)2*O*2; sie sind theils von kubischem Habitus, theils einseitig stark verlängert (ein Krystall bis zu 2 Zoll Länge). Farbe im frischen Bruch stahlgrau, in den sonstigen Eigenschaften mit dem sibirischen und ungarischen Tellursilber übereinstimmend. Als Fundort wurde durch Herrn Gentzsch die Grube Jakob und Anna des Berges Botes, gegenüber von Korabia resp. Vulkoj, im Bergrevier Zalathna, zwischen diesem Orte und Vöröspatak, festgestellt; das Erz war in einem jetzt unter Wasser stehenden Schachte vor vier Jahren vorgekommen und damals für Bleiglanz gehalten worden. Der Genannte konnte noch eine beschränkte Zahl meist kleiner Stücke, zum Theil auf Quarzunterlage und begleitet von Markasit und den oben bereits genannten Mineralien, am Fundort erwerben.

Ref.: P. Groth.

15. O. Lüdecke (in Halle): **Reinit, ein neues wolframsaures Eisenoxydul** (Zeitschr. f. d. ges. Naturwiss. 52. Bd. 1879; daraus abgedruckt im Jahrb. für Min., Geol. u. Paläont. 1879, S. 286 f.). Diese Substanz, welche durch Herrn Rein vom Kimbosan in Kai (Japan) mitgebracht und bereits von Hrn. v. Fritsch in einer Notiz in der ersteren der citirten Zeitschriften erwähnt und benannt wurde, findet sich in Gemeinschaft grosser Quarzkrystalle. Es lag dem Verf. davon nur ein einziger grosser schwarzbrauner, zum Theil mit Eisenoxydhydrat überzogener Krystall vor, welcher eine nicht ganz vollständig ausgebildete tetragonale Pyramide mit schmalen Abstumpfungen der Polkanten darstellte; für den Winkel der letzteren wurde (mittelst Auflegens von Glimmerblättchen) gefunden 76° 28′, woraus $a : c = 1 : 1,279$ folgt. Spaltbarkeit unvollkommen nach (110)∞*P*. Härte 4. Spec. Gewicht 6,640. Strich braun, sehr dünne Splitter violett bräunlich durchsichtig. Die durch Herrn E. Schmidt ausgeführte Analyse ergab:

	I.	II.	Berechnet für $FeWO^4$:
FeO	24,27	24,40	23,68
WO^3	75,48	75,45	76,31
CaO, MgO	Spuren.		

Die Zusammensetzung ist sonach identisch mit der des Ferberit, welcher monosymmetrisch krystallisirt, für das wolframsaure Eisenoxydul ist folglich Dimorphie anzunehmen; jedoch zeigt die tetragonale Form des Reinit nicht, wie man erwarten sollte, Uebereinstimmung mit der des Scheelit, denn dessen Axenverhältniss ist $= 1 : 1,5367$.

Ref.: P. Groth.

16. Derselbe: Mineralogische Notizen (Sitzungsber. der naturf. Ges. zu Halle, 1879). Der Verf. bespricht auf Grund neuerdings erworbener Exemplare die bereits von Kenngott (Jahrb. 1873, S. 725) beschriebenen Mineralien des »schattigen Wichels« über der Fellialp, Canton Uri, nämlich Skolezit, Kalkspath, Stilbit, Apophyllit (zum Theil durchsichtig), Orthoklas, Rauchquarz und Epidot. Von letzterem wurde ein Zwilling gemessen und folgende Flächen in der Hemidomenzone gefunden:

		Lüdecke:	Bücking:
(001)	Neigung zu (100) =	64° 35′	64° 36′
$(26.0.\bar{2}\bar{5})$	- - -	65 16	65 26
$(80\bar{5})$	- - -	82 44	82 33
$(30\bar{2})$	- - -	80 20	80 17
$(13.0.\bar{6})$	- - -	91 38	91 36

Von dem Anatas im Porphyr von der Liebecke bei Wettin, auf dessen Vorkommen zuerst Laspeyres aufmerksam machte, fand der Verf. einen auf Albit aufgewachsenen, messbaren Krystall der Combination (001)oP, (111)P; für den Winkel (001)(111) wurde der Werth 68° 23′ gefunden.

Im Feldspath der Heldburg fanden sich einige sehr kleine, gelbe, diamantglänzende Kryställchen der tetragonalen Combination (110)∞P, (100)$\infty P \infty$, (111)P mit dem Winkel (111)($\bar{1}\bar{1}$1) = 93° 19′, d. h. dem des Zirkons (95° 40′) nahe stehend. Der Verf. glaubt, dass das Mineral, weil er seine Härte etwas geringer fand, als die des Stahls, ein neues sei und schlägt für dasselbe den Namen »Heldburgit« vor.

Schliesslich theilt er »vorläufige« Messungen eines Natrolithkrystalls aus der Auvergne mit, über welche bereits Brögger in dieser Zeitschrift **3**, 487 berichtet hat.

Ref.: P. Groth.

17. B. Rösing (in Clausthal): **Ueber das Clausthaler Zundererz** (Zeitschrift d. d. geolog. Gesellsch. 1878, **30**, 527). Während die Zundererze von Andreasberg und Wolfsberg am Harz nach dem Verf. inhomogen, wahrscheinlich Gemenge von Heteromorphit mit Rothgiltigerz, Arsenkies u. s. w. sind, erscheint auf der Grube Bergmannstrost bei Clausthal, allerdings in geringer Menge, das meist rothgefärbte filzartige Mineral nur mit Kalkspath und Quarz vermischt. Von diesem letzteren Gemenge analysirte der Verf. 0,324 g und fand nach Abzug des Kalkspaths und Quarzes auf 100 berechnet (I):

	I	II
Pb	33,41	33,54
Cu	0,58	0,58
Ag	0,05	0,05
Fe	1,66	1,66
Zn	Spur	—
Sb	36,81	36,81
S	27,49	27,36
	100,00	100,00

Die unter II stehenden Zahlen entsprechen der Formel $Pb^4 Sb^6 S^{17} = 8\,PbS + 2\,Sb^2 S^3 + 4\,Sb^2 S^5$, worin eine kleine Menge *Pb* durch *Cu*, *Ag* und *Fe* ersetzt ist. Nach der Art des Vorkommens betrachtet der Verfasser das Mineral als Zersetzungsrest eines anderen, vielleicht antimonhaltigen Bleiglanzes, wonach kaum anzunehmen sei, dass sich für das Zundererz eine allgemein gültige Formel aufstellen lasse.

Ref.: P. Groth.

XXXI. Ueber Einrichtung und Gebrauch der von R. Fuess in Berlin nach dem System Babinet gebauten Reflexions-Goniometer, Modell II.

Von

M. Websky in Berlin.

In den mechanischen Werkstätten von R. Fuess (Berlin, Alte Jacobstrasse 108) werden zur Zeit Reflexions-Goniometer nach dem System Babinet (vergleiche Groth, Physikalische Krystallographie 1876, p. 460, Taf. II, Fig. 3) gebaut, welche durch eine umfangreiche Ausstattung sich auszeichnen; dadurch, dass der Signal- und Beobachtungsapparat eine dem zu bearbeitenden Material sich anpassende Modificationsfähigkeit erhalten hat, kann man sowohl an vollkommenen Krystallen die Flächenneigungen mit der vollen im Bau des Instrumentes entwickelten Präcision messen, als auch die Reflexe minimaler Oberflächenelemente mit in den Bereich der Beobachtung ziehen; die Einrichtungen sind so getroffen, dass die Justirung der einzelnen Theile des Instrumentes unabhängig von dem eigentlichen Beobachtungsversuch vorgenommen, diesem letzteren eine ungeschwächte Kraft und Aufmerksamkeit zugewendet werden kann, auch während des Versuches eine dem Bedürfniss entsprechende Umgestaltung des Apparates stattfinden darf. Der Apparat kann auch als Spectrometer gebraucht werden.

(Anmerkung. Eine genaue Zeichnung des Instrumentes wird sich in dem im Erscheinen begriffenen Specialbericht über die mathematischen Instrumente der Industrie-Ausstellung in Berlin vom Jahre 1879 befinden.)

Die nachstehende Mittheilung hat den Zweck, die Einrichtung und den Gebrauch der dem Instrumente eigenthümlichen Theile, für welche der Verfasser Andeutungen gegeben hat, zu erläutern.

Die Grundlage des Apparates bildet ein auf (— im Allgemeinen nicht in Betracht kommenden —) Stellschrauben stehender Dreifuss; an das Bein A, hinten, ist der Ständer des Signals angeschraubt; durch das Bein B,

vorn links, geht die Mikrometerschraube des Beobachtungsfernrohres, durch das Bein C, vorn rechts, die Mikrometerschraube des Krystallträgers.

In der centralen Verticalbohrung des Dreifusses dreht sich zunächst der Conus I mit dem Nonienringe und dem radialen Träger des Beobachtungsfernrohres, welcher gleichzeitig zur Führung des Nonienringes mit der Hand dient. Ueber den zwei diametral stehenden Nonien liegt ein mit Glasfenstern versehener Schutzring, auf die im Nonienringe liegende Theilung des Limbus übergreifend. Zwischen Dreifuss und Nonienring befindet sich der ringförmige verschiebbare Lupenträger mit zwei diametralen Lupen.

Unter den Lupen ist ein gebogenes, bis fast auf den Schutzring reichendes, halb-cylindrisches Hornblatt behufs gleichmässiger Zerstreuung des Lichtes angebracht, das mittelst eines kleinen, darüber schief stehenden Spiegels von einem seitlich stehenden Lichte kommend, auf das Hornblatt geworfen wird; ausserdem steckt unter jeder Lupe, hart auf dem Fenster hinlaufend, eine radiale, feine Spitze, deren allerdings verschwommen sichtbares Bild immer auf den Strich des Nonius, an dem gelesen werden soll, gestellt wird, damit man genau in derselben Richtung sehend, diese Operation ausführt.

Um den unteren aus dem Dreifuss hervorragenden Rand des Conus I ist ein Klemmring gelegt, der durch eine central wirkende, in einem radialen Arme steckende Schraube angezogen und an diesem sammt dem Conus I mittelst der durch den Fuss B, links, gehenden Mikrometerschraube mit Gegenfeder fein geführt werden kann.

In der centralen Bohrung des Conus I läuft der Conus II, welcher einen Limbus von 75 mm Radius trägt. Die Theilung giebt 15 Minuten, die Nonien 30 Secunden an, hinreichend vergrössert, um eine Position auf 10 Secunden schätzen zu können. An dem Conus II ist nach unten ein grosser, sich tulpenförmig erweiternder Ring angeschraubt, dessen Rand zum Zwecke der Roheinstellung des Limbus mit der Hand geführt wird; eine zweite, den Hals des Limbus umfassende Centralklemmung wird durch eine durch das Bein C, vorn rechts, gehende Mikrometerschraube und Gegenfeder geführt, wenn die radiale Klemmschraube der Centralklemmung angezogen ist. Die Einrichtung ist also so, dass sowohl Conus I als auch Conus II, jeder für sich, unter Fixirung des anderen, sowohl annähernd mit der Hand, als auch fein mit der Mikrometerschraube eingestellt werden kann.

In der centralen Bohrung des Conus II läuft der Conus III, welcher den Centrirapparat trägt, der seinerseits noch durch eine in Feder und Nuth laufende cylindrische Axe an einer. in ihrer unteren Verlängerung befindlichen festen Schraube mittelst einer am Conus III beweglich hängenden Mutter — hier kurzweg: Centralschraube zu nennen — im Conus III gehoben und gesenkt werden kann. Am Conus III ist unten ein zweiter, sich

tulpenförmig erweiternder, etwas kleinerer Ring angeschraubt, der behufs Einstellung des Centrirapparates auf eine bestimmte Stelle des Limbus mit der Hand geführt wird; damit derselbe den ihn angewiesenen Platz nicht verlasse, zieht man eine neben der Centralschraubenmutter durch den Rand des kleinen Tulpenringes hindurch geführte, verticale Schraube — hier: Nebenschraube zu nennen, an, so dass sie an den inneren Rand des grossen Tulpenringes mässig drückt. Oberhalb der Limbusplatte, und dieselbe nicht berührend, liegt ein kleiner kräftiger Klemmring, dessen Schraube mit einem langgestielten Schlüssel angezogen werden kann und der den geschlitzten oberen Rand des Conus III umfasst; er soll die verticalverschiebbare Axe des Centrirapparates mit Conus III fest verbinden, die bei der Anwendung von Feder und Nuth unvermeidlichen, kleinen Schwankungen elidiren und ein Nachgeben der Centralschraube verhindern. Der Centrir- und Justirapparat ist die bekannte, aus zwei rechtwinklig auf einander stehenden, von Schrauben geführten Cylinderschlitten zum Justiren und zwei auf einander senkrecht stehenden, von Schrauben geführten Horizontalschlitten zum Centriren zusammengesetzte Combination, in deren obersten Theil der eigentliche, scheibenförmige Krystallträger mit einem Zapfen eingesetzt und mittelst einer Schraube festgeklemmt wird.

Der Signalapparat besteht aus einer achromatischen Linse von 100 mm Brennweite und 20 mm Oeffnung, welche als Collimator wirkt und in, übrigens gleichgültiger Entfernung von 100 mm vom Mittelpunkt der Axendrehung circa 90 mm über dem Limbus in einem horizontalen, durch die Hülse auf dem Ständer am Bein *A* gehenden, ziemlich fest steckenden Rohr befestigt ist. Vor den Collimator können in Brennpunktentfernung als Signale aufgesteckt werden:

a. ein Fadenkreuz in der 6 mm weiten Oeffnung einer zwischen Stellschrauben stehenden Blende,

b. ein gradliniger Spalt von 6 mm wirksamer Länge durch Feder und Schraube von der totalen Berührung der Backen bis 1,5 mm weit stellbar,

c. ein in der Mitte eingeengter Spalt, gebildet durch eine Oeffnung von 6 mm Durchmesser, vor welcher zwei conisch gerandete Scheiben von 12 mm Durchmesser durch Feder und Schraube bis auf die Distanz von 1,5 mm von einander entfernt werden können,

d. eine Blende mit einer runden, 0,5 mm im Durchmesser haltenden Oeffnung.

Vor dem Fadenkreuz im Signal *a* ist in 100 mm Entfernung eine einfache Linse von ebenso grosser Brennweite angebracht; dagegen kann man vor die Signale *b*, *c*, *d* eine Linse von kürzerer Brennweite und 25 mm Oeffnung in etwa 120 mm Entfernung von dem eigentlichen Signale aufstecken; diese Linsen dienen zur Concentration des Lichtes.

Als Lichtquelle wird eine Petroleumlampe mit Flachbrenner und birnförmigem Cylinder benützt, welche ad *a* unmittelbar vor die Beleuchtungslinse, dieser die breite Seite zugekehrt, ad *b*, *c* und *d* in solcher Entfernung von der Beleuchtungslinse, die schmale Seite derselben zugekehrt gestellt wird, dass ein scharfes, umgekehrtes Flammenbild auf dem Signal entsteht; um dieses zu beobachten, ist in das Rohr der Beleuchtungslinse ein Fenster eingeschnitten.

Man kann ad *b*, *c*, *d* die Beleuchtungslinse auch weglassen und die Flamme der Lampe, mit der schmalen Seite dem Signal zugekehrt, aufstellen; die Beleuchtung ist dann erheblich schwächer, genügt aber in vielen Fällen.

Damit ein beliebiges der vier Signale alsbald in präciser Stellung eingesteckt werden kann, ist zunächst das Rohr des Collimators ziemlich fest in die Hülse des Ständers eingeklemmt, so dass diese Verbindung als constant angesehen werden kann; dagegen trägt jedes Rohr der Signale einen aus einem kurzen, aufgeschnittenen Rohrstück bestehenden Klemmring, der mittelst einer durch seine zwei Backen gehenden Schraube zusammengezogen und somit auf das zugehörige Rohr fest aufgeklemmt werden kann, bei gelüfteter Schraube aber lose aufliegt. Der Ring hat eine seitlich vorspringende dreieckige Nase, welche genau in einen Kerb des Collimatorrohres passt; hat man einmal bei gelüfteter Schraube die genaue Einstellung des Rohres gefunden, so wird die Nase des Klemmringes scharf in den Kerb gesteckt und die Schraube festgezogen; man kann nun das Rohr herausnehmen und später wieder genau an denselben Platz bringen, wenn man die Nase des Ringes wiederum genau in den Kerb legt.

Die Stellung der Beleuchtungslinsen braucht nur approximativ eine axiale zu sein; die Deckung der Signale *b*, *c*, *d* durch das kleine Flammenbild wird leicht durch Verschiebung der Lampe erreicht. Wenn man bei Spectralversuchen polarisirtes Licht verwenden will, wird in das Rohr der Beleuchtungslinse, zunächst dem Signal (— meist *b*) ein Nicol'sches Prisma eingesteckt, dessen Fassung eingepasst ist und eine Marke der Schwingungsrichtungen trägt.

Der Collimator vergrössert das Bild des Signals um reichlich das Doppelte. Das Signal *a* dient hauptsächlich zur Justirung des Apparates und zum Justiren der zu messenden Krystalle; die schon durch geringe Interferenz bewirkte Auslöschung des Fadenkreuzbildes beschränkt seine Verwendbarkeit zum Abmessen von Kantenwinkeln.

Der gerade Spalt *b* wird hauptsächlich zu spectrometrischen Versuchen gebraucht, ist aber auch verwendbar bei der Messung des Winkels künstlicher Prismen und bei vollkommenen breiten Krystallflächen; bei unterbrochenen und gestreiften Krystallflächen sind die Reflexbilder unter dem Einfluss der Interferenzwirkung sehr mannigfaltig gegliedert und die cen-

tralen Culminationen schwer zu unterscheiden; dilatirte Reflexe schmaler Krystallflächen fallen sehr lichtschwach aus.

Der eingeengte Spalt *c* ist das am Allgemeinsten zu Winkelmessungen an Krystallen brauchbare Signal; und zwar ist die engste Stelle in der Mitte die eigentliche Einstellungsmarke; in dilatirten und durch Interferenz secundär gegliederten Reflexen macht sich schon durch das Anschwellen der Ränder des erzeugten Lichtbandes die Position der centralen Culminationen bemerkbar.

Das Signal *d* dient dazu, geringe Abweichungen aus der eingestellten Zone oder die Gruppirung vicinaler Flächen in übersichtlichster Weise zu erkennen.

Die Einrichtung des Beobachtungsapparates anlangend, ist Folgendes hervorzuheben:

Der säulenförmige Träger des Beobachtungsfernrohres ist fest auf den radial vorspringenden Arm des Nonienringes aufgeschraubt, ebenso die zur Aufnahme des Objectivrohres bestimmte, den Kopf des Trägers bildende Hülse.

Auf die correcte Richtung dieser letzteren wird die möglichste Sorgfalt verwendet, so dass eine geringe Verschiebung der Fadenkreuze in den Ocularröhren genügt, um die erforderliche Präcision der Sehrichtung zu bewirken; die an älteren Ausführungen angebrachte Elevationsschraube unter der Hülse am Kopf des Trägers und die Befestigung des letzteren auf dem Arm des Nonienringes mittelst beweglichen Zapfens und zwei gegen einander wirkenden horizontalen Stellschrauben behufs Roheinstellung sind aufgegeben worden, weil sich dieselben als zu wenig stabil erwiesen haben.

In die Hülse am Kopf des Trägers ist das Rohr der achromatischen Objectivlinse von 100 mm Brennweite und 19 mm Oeffnung fest eingeklemmt, so dass die letztere vom Axenmittel des Limbus um 75 mm absteht; vor das Objectiv kann eine an einem Zapfen in der Fassung des Objectivs hängende, und in einen Anschlag fallende Lupe vorgelegt werden, wodurch die als Fernrohr wirkende Combination in ein zusammengesetztes Mikroskop umgewandelt wird.

Als Oculare dienen vier Combinationen, nämlich:

α. achromatische Doppellinse von 20 mm Brennweite mit 4^0 36′ Gesichtsfeld (= 2^0 18′ Axendrehung), eine fünffache Vergrösserung des Reflexbildes bewirkend und mit nahe 10″ Einstellungspräcision;

β. achromatische Doppellinse, mit 5^0 48′ Gesichtsfeld (= 2^0 54′ Axendrehung), doppelter Vergrösserung der Signalbilder und etwa 30″ Einstellungspräcision;

γ. das Fadenkreuz steht zwischen zwei Linsen von 40 mm Brennweite, von denen die vordere die Brennweite des Objectivs auf das Aequivalent

von etwa 50 mm reducirt, die hintere als eigentliches Ocular dient; das Signalbild erscheint nur wenig vergrössert; das Gesichtsfeld hat 10° 36′ Oeffnung (= 5° 18′ Axendrehung);

δ. vor das Objectiv wird ein Aufsatz mit einer Linse von 40 mm Brennweite in 35 mm Abstand gesteckt, so dass der Brennpunkt beider wenige Millimeter hinter das achromatische Objectiv fällt; als Ocular dient eine Linse von 70 mm Brennweite; die Combination bewirkt eine Verkleinerung des Signalbildes um das Doppelte, hat ein Sehfeld von 15° und eine Einstellungspräcision von etwa 3′.

Die Combinationen mit Ocular α, β, γ werden durch Vorlegen der Lupe zu schwachen zusammengesetzten Mikroskopen umgewandelt; bei der Combination δ kann dies schon wegen des aufgesteckten Aufsatzes nicht geschehen; legt man aber die vor dem Ocular δ beweglich angebrachte Blende bei Seite und geht mit dem Auge einige Centimeter zurück, so treten die Conturen des Krystalls deutlich hervor und auf ihnen sehr klein das Signalbild an der Reflex gebenden Stelle.

Von den vier Ocularcombinationen wird vorherrschend das Ocular β gebraucht; namentlich ist es in der Combination mit der Lupe am geeignetsten, um das Centriren des Krystalls und das Rohjustiren auszuführen; auch genügt dasselbe für Abmessungen, welche die Präcision einer Minute inne halten sollen; das Gesichtsfeld ist ein Weniges grösser als die erhellten Theile der Signale, so dass man aus der Gliederung des Randes der zu Lichtbändern sich einander reihenden Reflexbilder auf die singuläre Beschaffenheit der Flächen schliessen kann.

Nach erfolgter Orientation kann man die zwischen bevorzugten Reflexen aufkommenden Bögen unter Verwendung des Ocular α ausmessen, welches knapp die ganze Länge der Spalte im Gesichtsfelde zeigt. Die von ihm hervorgebrachte Vergrösserung liegt schon an der Grenze, die man überhaupt auf Reflexe von natürlichen Flächen anwenden kann; für ältere Augen ist wohl auch eine stärkere Vergrösserung angenehmer, als eine kleinere präcisere.

Das Ocular γ verwendet man bei lichtschwachen, dilatirten oder durch Interferenz sehr modificirten Reflexen; bei seiner Lichtstärke erkennt man noch Reactionen von Flächen bis auf 0,05 mm Breite herab; beim gleichzeitigen Einstellen auf starke Reflexe muss man aber das Licht durch das Aufstecken von Kappen aus dünnem Papier auf die Beleuchtungslinse schwächen, um das Fadenkreuz sehen zu können.

Die Combination δ lässt im dunklen Raume und bei guter Abblendung die Reflexe der allerkleinsten nur noch mit der Lupe bemerkbaren Flächen erkennen, jedoch nur dann, wenn sie sehr wenig excentrisch liegen.

Die Oculare bestehen aus zwei gegen einander verschiebbaren Theilen; der eine enthält das zwischen Stellschrauben stehende Fadenkreuz und ist

mit einem Klemmring belegt, der in den Kerb des Objectivrohres greift; der andere Theil trägt die Ocularlinsen, resp. die eine derselben.

Die Zuverlässigkeit der Abmessungsresultate ist von der genauen Einstellung der Signale und Fadenkreuze im Beobachtungsfernrohr abhängig; diese wird am zweckmässigsten in folgender Reihenfolge ausgeführt:

1) Man stellt die Ocularlinsen gegen die Fadenkreuze so, dass man, gegen ein Blatt Papier gesehen, die Fadenkreuze ganz scharf erblickt; diese Stellung ist für jedes Auge eine verschiedene; sie allein darf am eingestellten Apparat beim Wechsel des Beobachters verändert werden; alle anderen hier folgenden Einstellungen sind für alle Augen dieselben.

2) Man steckt die Oculare, eines nach dem anderen in das Objectivrohr, so dass ein recht ferner Gegenstand am Horizonte scharf erscheint und fixirt diese vorläufige Einstellung mittelst der Klemmringe.

3) Man klemmt den mit einer scharfen Spitze versehenen Krystallträger — oder einen anderen, auf den man eine feine Nähnadel vertical, mit der Spitze nach oben mit Wachs befestigt hat, in den Centrirapparat, steckt Ocular α oder β in das Beobachtungsrohr, legt die Lupe vor das Objectiv, löst Conus III durch Zurückziehen der Nebenschraube, hebt mit der Centralschraube die Spitze ungefähr auf die Höhe des Horizontalfadens, stellt den Centrirapparat so, dass eine der Horizontalschlittenschrauben rechtwinklig gegen das Beobachtungsrohr steht und dreht diese so, dass das zumeist undeutliche, gegen einen hellen Hintergrund wohl aber erkennbare, verkehrte Bild der Spitze dem Verticalfaden nahe steht. Man dreht nun Conus III um ungefähr 180° wodurch das Bild der Spitze einen anderen Platz erhält, und führt mittelst der wiederum senkrecht gegen das Fernrohr stehenden Horizontalschlittenschraube dasselbe in der Richtung nach dem ersten Platz um die Hälfte der Distanz beider Plätze.

Man dreht nun den Conus III um 90° zurück und vergleicht mit der alsdann von der Spitze eingenommenen Position diejenige, welche erhalten wird, wenn man Conus III wiederum um 180° dreht; nachdem man auch diese dabei aufgekommene Differenz mit der anderen Horizontalschlittenschraube ausgeglichen hat, wird das Bild der Spitze beim Drehen um den ganzen Kreis nur noch einen kleinen scheinbaren Weg beschreiben und deutlich geworden sein.

Durch eine Wiederholung dieser Operation kann man es dahin bringen, dass das Bild der Spitze seinen, gewöhnlich neben dem Verticalfaden befindlichen Platz nicht mehr beim Drehen des Conus III verändert, die Spitze also genau in der Umdrehungsaxe des Conus III steht.

Man dreht nun bei geöffnetem Klemmring das Fadenkreuzrohr des Ocular so, dass annähernd die Fäden senkrecht und horizontal stehen und

ändert durch Drehen der horizontalen Stellschrauben die Stellung des Fadenkreuzes so, dass der Verticalfaden durch die Spitze geht.

Es ist dadurch die Axe des mit vorgeschlagener Lupe zu einem componirten Mikroskop verbundenen Beobachtungsfernrohres genau durch die Axe des Conus III eingestellt, was auch annähernd für die als Fernrohr wirkende Verbindung nach Entfernung der Lupe gilt. Man fixirt die Stellung durch Anziehen der Klemmringschraube.

Diese Einstellung des Verticalfadens wird nun mit den übrigen Ocularen ausgeführt, ist für Ocular α und β präcis, bei Ocular γ und δ wenigstens annähernd zu bewirken und bei letzteren beiden wegen der Lage der Stellschrauben umständlich; bei letzteren kann man, weil dieselben nicht zum Centriren angewendet werden, sich mit der Kenntniss der aufkommenden Abweichung begnügen.

4) Man klemmt das beigegebene planparallele Glas mit dem Zapfen seiner Fassung in den Centrirapparat oder klebt in Ermangelung desselben irgend ein solches, im Nothfall ein Stück Spiegelglas mit Wachs auf einen eingeklemmten Krystallträger, so dass es nach dem Augenmass parallel der Centralaxe einerseits und anderseits parallel mit der Schraube des einen Cylinderschlittens steht, die Richtung seiner spiegelnden Flächen nur durch die Schraube des anderen Cylinderschlittens verändert wird; mittelst der Centralschraube hebt man dasselbe auf die Höhe des Beobachtungsfernrohres.

Man schiebt Ocular β, — und zwar dieses aus weiter folgendem Grunde —, ein, entfernt die Lupe durch Zurückschlagen und klebt einen circa 20 mm breiten, 40 mm langen Streifen unbelegtes Spiegel- oder Fensterglas mit Wachs links oder rechts an die Fassung des Oculars, so dass das Glas mit seiner kürzeren Seite vertical steht, mit der längeren einen Winkel von 45^0 mit der Aussenfläche des Oculars macht und das Licht einer seitlich in gleicher Höhe stehenden Lampe auf das Ocular reflectirt. Sieht man nun im mässig dunklen Zimmer durch das schräg vor dem Ocular stehende Glas in das Fernrohr hinein, so kann man es durch ein geeignetes Verschieben der Lampe dahin bringen, dass man in demselben ein aufrechtes — proportional der Dicke des Glasstreifens verdoppeltes Bild der Flamme erblickt, das von der Oberfläche des Oculars reflectirt wird und neben welchem das Fadenkreuz im zerstreuten Lichte erkennbar ist. Durch Drücken des Wachses kann man dieses Bild dem Horizontalfaden nähern, durch ein Verschieben der Lampe vor den Verticalfaden bringen, wobei noch ein dilatirtes verkehrtes Bild, das die Innenseite der äusseren Ocularlinse reflectirt, hinzutritt. Wenn das Ocular eine Doppellinse vor dem Fadenkreuze hat, hier Ocular α und β, kommt dann ferner noch das von der Oberfläche der zweiten Linse reflectirte Licht in der Gestalt einer hellen Scheibe zum Vorschein, die im Ocular α gross erscheint und die folgende

Operation erschwert; weniger hindert sie bei kleinerem Umfange im Ocular β; sie fehlt im Ocular γ und δ, diese letzteren haben aber eine zu schwache Vergrösserung, so dass Ocular β den Vorzug verdient.

Bewegt man nun den Conus III so, dass das planparelle Glas ungefähr senkrecht zum Fernrohr steht, so erscheint noch schliesslich im Gesichtsfelde das von dem bewegten Planglase reflectirte aufrechte Bild der Flamme, in welchem man zunächst verschwommen den mit dem Conus sich bewegenden Schatten des Fadenkreuzes in einer mehr oder minder excentrischen Lage erkennt. Nach Lösen des Klemmringes am Ocularrohr kann man diesen Schatten durch ein geringes Herausziehen des Fadenkreuzes deutlich machen.

Man dreht nun die planparallele Platte um 180°, so dass der von der Gegenseite reflectirte Schatten des Fadenkreuzes und zwar in der Regel in einer anderen excentrischen Stellung sichtbar wird. Man begleicht nun die halbe Differenz zwischen den beiden Lagen des Horizontalfadenschattens durch die Bewegung der wirkenden Cylinderschlittenschraube. Dreht man den Conus III nochmals um 180°, so wird das erste Schattenbild um die zweite Hälfte der Differenz im entgegengesetzten Sinne verschoben erscheinen, so dass die von beiden Seiten der Platte erzeugten Schatten des Horizontalfadens dieselbe, wenn auch nicht mit dem Faden selbst zusammenfallende Lage zeigen. Durch Wiederholung der Operation verbessert man noch diese Coincidenz.

Man klemmt nun den Conus III mittelst der Nebenschraube an Conus II und diesen und Conus I an den Dreifuss, so dass der Limbus mittelst der Mikrometerschraube rechts fein geführt werden kann; sodann verändert man die Stellung des Horizontalfadens durch Bewegung der Stellschrauben, so dass unter Mitwirkung der Mikrometerschraube rechts der Mittelpunkt des Fadenkreuzes mit dem Mittelpunkte des Schattens sich deckt. Man führt nun, mit der Mikrometerschraube rechts den Mittelpunkt des Schattens von einer Seite des Gesichtsfeldes zur anderen; wenn derselbe dabei den Horizontalfaden verlässt, muss man unter Lüftung des Klemmringes das Fadenkreuz um seinen Mittelpunkt etwas drehen; bewegt sich der Schatten continuirlich auf dem Horizontalfaden, dann liegt der Horizontalfaden in einer Ebene, senkrecht auf der Umdrehungsaxe des Conus II. Schliesslich stellt man mit der Mikrometerschraube den Schatten des Verticalfadens so, dass er etwa um seine eigene Breite entfernt von dem Verticalfaden selbst erscheint und bewegt das Auge vor dem Ocular so, dass man abwechselnd von rechts nach links aus in dasselbe hineinsieht; fällt der Brennpunkt des Objectivs genau in das Fadenkreuz, dann verändert sich die Breite des Intervalls zwischen Schatten und Faden nicht; folgt der Schatten der Bewegung des Auges, dann liegt derselbe zwischen Ocular und Fadenkreuz,

weicht derselbe in entgegengesetzter Richtung aus, so liegt der Brennpunkt zwischen Objectiv und Fadenkreuz.

Durch eine immer ganz geringe Verschiebung des Fadenkreuzes gegen das Objectiv wird daher die Stabilität der Breite des Intervalls zwischen Faden und Schatten hergestellt werden und ist die Herbeiführung dieses Verhältnisses eine unerlässliche Bedingung für die Präcision der Messung. Hat man dies erreicht, dann wird der Klemmring scharf in den Kerb gelegt und fest angezogen.

Man wird finden, dass, wenn man den Reflex der anderen Seite des planparallelen Glases durch Drehen des Limbus um 180° aufsucht, erst jetzt die Coincidenz der Bilder beider Seiten mit Hülfe des nunmehr das eine derselben deckenden Fadenkreuzes mit aller Schärfe beurtheilt werden kann, so dass man in der Regel noch eine kleine Correctur mit der Cylinderchlittenschraube vornehmen und um ein klein wenig den Horizontalfaden des Fadenkreuzes verstellen muss. Damit ist dann aber auch die Einstellung des Kreuzpunktes der Fäden in eine Richtung senkrecht auf die Umdrehungsaxe des Conus II vollendet.

In analoger Weise könnte man auch in den übrigen Ocularen die Stellung der Fadenkreuze sowohl in verticaler Richtung als auch bezüglich ihrer Entfernung vom Objectiv bewirken; man gelangt aber bequemer zum Ziele, dies mit Hülfe des Signals α auszuführen, wie weiter unten beschrieben werden wird.

5) Man lässt also das genau eingestellte Ocular β im Objectivrohr, entfernt den vor dasselbe geklebten Glasstreifen, stellt das Beobachtungsfernrohr unter Lösen des Conus I ungefähr senkrecht auf das Signalrohr und klemmt so ersteres fest. Man steckt nun das Signal α auf und dreht den Limbus am Conus II so, dass das Bild des Signals von der einen Seite des planparallelen Glases gespiegelt wird. Man dreht und verschiebt das Rohr des Signals so, dass das Bild des Signals ganz scharf und parallel dem Fadenkreuz im Beobachtungsrohr erscheint. Durch das Verstellen der Fadenkreuzschrauben am Signal bewirkt man, dass das Bild des Fadenkreuzmittelpunktes im Signal den Mittelpunkt des Fadenkreuzes im Beobachtungsrohr deckt.

Man stellt nun nach Anklemmen des Limbus den Reflex des Verticalfadens mittelst der Mikrometerschraube so, dass er um seine Breite von dem Verticalfaden im Beobachtungsfernrohr absteht und verändert, wenn beim Bewegen des Auges von rechts nach links und zurück das Intervall wächst oder sich verkleinert, subtil die Entfernung des Signals vom Collimator, bis diese Veränderlichkeit verschwindet; dann ist der Klemmring des Signals festzuziehen.

6) Nunmehr werden die Oculare α, γ und δ, letzteres mit vorgestecktem Aufsatz, successive mit dem Ocular β vertauscht, ihre Fadenkreuze zusammenfallend mit dem Bilde des Fadenkreuzes im Signal α eingestellt und

die Entfernung des Fadenkreuzes vom Objectivglas so lange subtil verändert, bis die Veränderlichkeit des Zwischenraumes zwischen dem Bilde des Verticalfadens im Signal und dem Verticalfaden im Ocular verschwindet.

7) Schliesslich bewirkt man die Einstellung der anderen Signale; da dieselben sich nicht seitlich durch Stellschrauben verstellen lassen, so hat man nur die richtige Entfernung vom Collimator und die Verticalstellung der Spalte durch Drehung zu bewirken; die aufkommende Verticalexcentricität muss man im Gedächtniss behalten. Die Operation selbst erfolgt unter Verwendung des Oculars β oder, wenn man will, unter Verwendung des Oculars α.

Der gerade Spalt *b* wird so weit geöffnet, dass der Verticalfaden des Oculars etwa ein Dritttheil seiner Breite deckt und so gestellt, dass er genau mit demselben parallel geht, scharf begrenzt erscheint und beim Bewegen des Auges die relativen Breiten der nicht gedeckten Theile zu beiden Seiten des Fadens sich nicht verändern.

Der eingeengte Spalt *c* wird so weit geöffnet, dass an der engsten Stelle der Verticalfaden des Oculars noch einen Lichtstreifen zu beiden Seiten zeigt, und so gestellt, dass der Verticalfaden die äusseren dreieckigen hellen Felder genau in zwei gleiche Hälften theilt; die Entfernung vom Collimator muss so sein, dass beim Bewegen des Auges die relative Breite der Lichtstreifen an der engsten Stelle zu beiden Seiten des Verticalfadens keine Veränderungen mehr zeigt.

Das Signal *d* kann nur auf seine richtige Entfernung vom Collimator eingestellt werden.

Das Instrument wird in der Werkstatt genau justirt und so abgegeben; man wird indessen gut thun, dasselbe vor dem Gebrauch einer Prüfung zu unterwerfen, welche indessen wenig Zeit in Anspruch nimmt; im Laufe der Zeit verändern sich indessen besonders die Stellung der Klemmringe und muss daher ab und zu eine Justirung vorgenommen werden.

Bei Ausführung der Abmessungen benutzt man am besten einen wenig erhellten Raum; die Winkel zwischen grossen, glänzenden und regelmässig ausgebildeten Flächen können auch im mässigen Tageslicht gemessen werden.

Ausser der zur Beleuchtung des Signals dienenden Lampe bedarf man beim Arbeiten im verdunkelten Raume noch eines handhohen Lichtes, um den Limbus beim Ablesen zu beleuchten, und das man beim Einstellen der Reflexe verdeckt wegsetzen muss. Um die schwächeren Reflexe zu sehen, ist jedoch das Tageslicht möglichst zu beseitigen; in der Richtung des Beobachtungsfernrohres ist ein nicht zu kleiner, innen geschwärzter Kasten aufzustellen, in den man hineinsieht; bei kleinen Incidenzwinkeln stellt man einen vertical auf einem schweren Fuss stehenden Schirm zwischen

Beleuchtungslampe und Auge, bei grossen Incidenzwinkeln wird ein durchbohrtes schwarzes Papierblatt auf das Signalrohr gesteckt.

Die zu messenden Krystalle sind sorgfältig zu reinigen und dann nicht weiter mit dem Finger an der zu untersuchenden Stelle zu berühren.

Sind dieselben klein, so reibt man sie in der Falte eines Leintuches, je nach Beschaffenheit, trocken oder unter Befeuchten mit Wasser, Alkohol oder Schwefeläther und heftet sie sodann nach dem Vorschlage von Klein in Göttingen, an ein zugespitztes Holzstäbchen — Zahnstocherstück — von 10 mm Länge, das man in dicke, am besten mit etwas Milchzucker versetzte Lösung von arabischem Gummi taucht und mit dem man eine Stelle des Krystalls, welche nicht zu Messungen benutzt werden soll, berührt. Weiche Krystalle darf man nur mit einem weichen Pinsel abkehren und dann aufheften. Den Vorrath an arabischem Gummi verwahrt man eingetrocknet in einem Schälchen und lässt auf demselben einen Tropfen Wasser verdunsten, bis die darunter sich bildende Lösung dick genug ist; das Stäbchen wird zweckmässig vorher durch Bestreichen mit Farbe oder Dinte geschwärzt.

Bei grösseren Krystallen, welche man mit den Fingern anfassen kann, ohne die gereinigte Stelle zu berühren, ist das Anheften an einen Stiel nicht zweckmässig, weil dieselben leicht herabfallen. Von den Krystallträgern wird hauptsächlich ein solcher mit grösserer quadratischer Platte verwendet; man formt aus gelbem Bienenwachs auf der einen Ecke der letzteren einen 10—20 mm langen, ziemlich massiven Kegel, auf dem man das Stäbchen oder direct den grösseren Krystall so aufklebt, dass die zu messende Kante ungefähr in die Verlängerung des Zapfens am Krystallträger fällt, mit ihm parallel läuft und beim Wälzen des Zapfens zwischen den Fingerspitzen die Reflexe einer Lichtflamme in der auf der Umdrehung senkrechten Ebene erscheinen. Der Wachskegel muss massig gehalten sein, sonst senkt sich derselbe eine Zeit lang unter dem eigenen Gewicht und dem des Krystalls erheblich. Für grössere Krystalle formt man besser den Körper des Kegels aus Siegellack und befestigt denselben an den Krystallträger und den Krystall an ihn mit wenig Wachs. Nach einiger Zeit wird das Wachs steif und bewegt sich nicht mehr; bei feinen Messungen lässt man den Krystall am besten einige Stunden auf dem Apparat centrirt stehen, corrigirt die Stellung und beginnt dann erst die Messung.

Nachdem man den Krystallträger mit dem Zapfen in dem Centrirapparat eingeklemmt hat, stellt man die Beleuchtungslampe vor das Collimatorrohr ohne Signal, wodurch der Krystall hell erleuchtet wird, rückt das Objectivrohr ohne Ocular nahe an das Collimatorrohr heran und sieht durch das Objectiv, wie durch eine Lupe. Man löst Conus III, dreht den Centrirapparat, so dass eine Horizontalschlittenschraube rechtwinklig gegen die Sehrichtung steht und dreht sie und die Centralschraube so, dass die zu messende

Kante in die Mitte des Gesichtsfeldes tritt, dann dreht man Conus III um etwa 90° und bewegt die zweite Horizontalschlittenschraube so, dass die Kante wiederum in die Mitte tritt.

Man steckt Ocular β ein und schlägt die Lupe vor. Man erblickt nun den Krystall vergrössert in verkehrter Stellung und corrigirt mit Hülfe aller vier Schrauben des Centrirapparates und der Centralschraube die Stellung des Krystalls so, dass

1) beim Drehen des Conus III die zu messende oder zunächst ins Auge gefasste Kante wenig aus der Deckung des Verticalfadens heraustritt, stets aber mit ihm parallel bleibt, oder auch

2) jede der beiden die Kante begrenzenden Flächen, in die Flucht der Sehlinie gestellt und so als Linie erscheinend, diese parallel und möglichst mit dem Verticalfaden zusammenfallend zeigt, und

3) die Stelle der Kante, in der man die Reflexe erwartet, im Horizontalfaden liege.

Die Bedingung ad 3 ist leicht durch Bewegung der Centralschraube zu erreichen.

Die Bedingung ad 1 wird am besten erfüllt, wenn man die Kante in den zwei Stellungen betrachtet, in denen je eine Cylinderschlitten- und die ihr diametrale Horizontalschlittenschraube rechtwinklig zur Sehlinie stehen, diese beiden successive so dreht, dass die Kante den Verticalfaden genau deckt, und dies in beiden Stellungen wiederholt; damit ist auch die Bedingung ad 2 erfüllt.

Wenn aber die Kante kurz oder zerrissen oder nicht entwickelt ist, muss diese Bedingung für sich erfüllt werden. Da hier die Stellung des Conus III durch die Richtung der Flächen vorgeschrieben ist, so wird man nur zufällig den Conus III in eine solche Stellung bringen, in der nur das eine Schraubenpaar wirksam ist. Man muss daher die Richtung der einen Fläche in ihrer Stellung, wo sie als Linie erscheint, durch die Verwendung beider Schraubenpaare zu verbessern suchen; man beginnt mit dem Schraubenpaare, welches am meisten rechtwinklig gegen die Reflexionslinie steht, und bewirkt eine kleine Verbesserung der Lage, und vergleicht damit die Wirkung des anderen Paares bei gleichem Gange; denselben Versuch macht man bei der zweiten Fläche; man findet dann, welches Schraubenpaar für die eine oder die andere Fläche am wirksamsten ist; nach der so getroffenen Wahl wird nun die Verbesserung der Lage in kleinen Spatien abwechselnd an der einen Fläche und der anderen vorgenommen.

So bald die Richtung der beiden Krystallflächen sich dem Parallelismus mit der Goniometeraxe nähert, erscheinen dieselben beim Drehen des Conus III in gewissen Stellungen erhellt; ist die Erhellung nur eine partielle, so kann man mit Vortheil durch das Bewegen der am meisten in die Richtung der Reflexionsnormale fallenden Cylinderschlittenschraube (d. h.

also der anderen) die Erhellung vervollständigen und so die Operation rascher zu Ende führen.

Man steckt nun das Signal a auf, wodurch häufig die Erhellung der Flächen wiederum eine beschränktere wird; verschwindet sie ganz, so muss die vorangehende Operation sorgfältiger wiederholt werden; ist sie aber nur geringer geworden, so genügt eine Bewegung der der Reflexionsnormale am nächsten liegenden Cylinderschlittenschraube, um sie vollkommen zu machen. Schlägt man jetzt die Lupe, die bis dahin vor dem Objectiv lag, zurück, wechselt auch wohl das Ocular γ wegen seines grösseren Gesichtsfeldes ein, so erblickt man beim Drehen des Conus III die Reflexe der centrirten und die der übrigen, in der Zone dieser liegenden Flächen entweder ganz oder doch wenigstens in Segmenten am Rande des Gesichtsfeldes.

Es beginnt nun das Feinjustiren; man stellt das am meisten excentrisch liegende Reflexbild ungefähr auf den Verticalfaden ein und gleicht etwa die Hälfte der Abweichung vom Horizontalfaden durch Bewegung der der Reflexionsnormale am nächsten liegende Cylinderschlittenschraube, oder wenn beide etwa gleich weit von der Normale entfernt stehen, durch die Bewegung beider Cylinderschlittenschrauben aus; man sucht dann den nunmehr am meisten excentrisch stehenden Reflex der Zone auf und verbessert wiederum die Lage desselben um etwa die Hälfte, bis die Mitten aller Signalbilder beim Drehen des Conus III auf dem Horizontalfaden entlang laufen.

Es wird nun die Lupe wieder vor das Objectiv gelegt, auch eventuell Ocular β wieder eingewechselt, und die beim Feinjustiren aufgekommene Verschiebung der Kante aus dem Axenmittel des Beobachtungsfernrohres mit Hülfe der Horizontalschlittenschrauben und der Centralschraube ausgeglichen.

Nachdem dies geschehen, wird Conus III mit Conus II durch die Nebenschraube verbunden, die Lupe zurückgeschlagen und die letzte kleine Correctur des Ganges der Reflexmitten auf dem Horizontalfaden vorgenommen; bei guten Flächen ist diese Mitte durch den Kreuzpunkt der Fäden des Signals scharf bestimmt; bei weniger ebenen Flächen muss man sich indessen mit dem Erkennen des verschwommenen Fadenbildes oder mit dem gleichen Abstande der Ränder des erhellten Kreises vom Fadenkreuzmittel des Ocular begnügen.

Damit ist die Einstellung des Krystalls beendet. Demnächst beginnt die Untersuchung über die Bedeutung der Reflexe und die Wahl der Bögen die man ausmessen will.

Man steckt das Signal c auf, beleuchtet es sorgfältig und notirt, an dem nächstgelegenen Nonius abgelesen, die Positionen des Limbus unter denen die Mitten der Reflexbilder des eingeengten Spaltes den Verticalfaden passiren.

Man wiederholt die Drehung mit vorgeschlagener Lupe, stellt den Limbus auf die notirten Positionen ein, und erkennt aus dem Hellwerden der reflectirenden Oberflächentheile, von welchen Stellen am Krystall die den notirten Positionen entsprechenden Reflexe herrühren. Die Uebereinstimmung der Positionen des Hellwerdens bei vorgeschlagener Lupe mit denen des Reflexeintretens in die Mitte ohne Lupe findet nur approximativ statt, weil die optische Axe der Combination mit der Lupe nicht ganz mit der ohne Lupe zusammenfällt, es genügt aber die relative Nähe der Positionen beider Beobachtungsreihen, um den Zusammenhang von Reflexbild und Spiegel zu erkennen.

Im Besonderen bemerkt man, dass die Reihenfolge, in der die Reflexe ohne Lupe vor das Fadenkreuz treten, nicht immer identisch ist mit der Reihenfolge der spiegelnden Oberflächenelemente, sondern dass namentlich unter den schwächeren und dilatirteren Reflexen viele ihren Ursprung von isolirt liegenden Theilen des Krystalls nehmen, auch nur scheinbar dem Zonenverbande der zunächst ins Auge gefassten Flächen, ja anderweitigen Individuen angehören und daher bei den Abmessungen ganz auszulassen sind; auf der anderen Seite wird man aber nicht selten eine vollkommene tautozonale Lage nach Massgabe der Stellung der Reflexe gegen das Fadenkreuz vermissen, wiewohl man die Tautozonalität der spiegelnden Flächen nach dem Verlaufe der Kanten erwarten sollte; dieser letztere Fall kann in einem gestörten Aufbau des Krystalls, der dann aus nahezu parallelen Individuen besteht, seinen Grund haben, anderseits aber auch auf vicinale Flächen zu deuten sein. Sobald die Reflexe nicht genau in der eingestellten Zone liegen, misst die Drehung des Limbus nicht den Bogen zwischen den Normalen der Flächen, sondern eine Projection desselben auf die Ebene des Limbus, deren Beziehung am Schluss zur Sprache gebracht werden soll.

Bei Bearbeitung grosser Krystalle zeigt das Gesichtsfeld des Beobachtungsfernrohrs ohne Lupe zuweilen Reflexe, für welche bei vorgeschlagener Lupe keine spiegelnden Theile aufgefunden werden können; dieselben rühren von Flächen her, die abseits der Mittellinie liegen, und erst hervortreten, wenn man die Centrirung ändert; wenn auch der Excentritätsfehler durch die Verwendung des Collimators nahezu beseitigt ist, wird man zweckmässig diese Reflexe zunächst ausser Acht lassen, weil man ihren Ursprung nicht kennt, und in einer besonderen Versuchsreihe unter Aenderung der Centrirung verwerthen.

Anderseits wird man bei vorgeschlagener Lupe auf den Kanten der Krystalle zuweilen kleine Reflexe in gewissen Stellungen bemerken, für welche die Oculare α, β, γ bei weggenommener Lupe keine oder nur schwache Lichtwirkungen erkennen lassen. Wenn diese kleinen aufblitzenden Reflexe wirkliche Flächen sind, die in die eingestellte Zone gehören, so sind die ihnen zugehörenden Signalbilder deutlicher zu erkennen, sobald

man die Combination des Oculars δ mit Aufsatz verwendet, doch muss die Stelle, wo der fragliche Reflex aufblitzt, genau auf den Verticalfaden centrirt sein.

Stösst man auf complicirte, durch Interferenz modificirte Signalbilder, so müssen die centralen Culminationen aufgesucht werden (vergl. diese Zeitschr. **3**, 241—258). Man notirt dann vorläufig die Positionen der einzelnen Signalbilder, so viel sich deren präcisiren, und wiederholt diese Beobachtung unter successiver Vergrösserung des Reflexionswinkels um jedesmal 20°—30°; die centralen Positionen behalten nahezu dieselben Stellungen, während die Nebenculminationen successive von den letzteren weitere Abstände annehmen und sich auflösen; dabei verändert sich sehr häufig die Lichtstärke der centralen Culminationen. Je grösser der Incidenzwinkel wird, desto einfacher gestalten sich die Interferenzerscheinungen; stark gestreifte und rauhe oder unebene Flächen geben erst unter grossen Incidenzwinkeln, d. h. wenn das Beobachtungsfernrohr einen Winkel von 150—170° mit dem Signalrohr macht, eine deutlich hervortretende Culmination. Mit der Vergrösserung des Incidenzwinkels geben aber auch die nicht sehr breiten Flächen dilatirte Reflexe und werden die Reflexe der etwas vertieft in einspringenden Winkeln liegenden Flächen abgeblendet, so dass einzelne Bögen nicht gemessen werden können.

Nachdem man auf diese Weise sich über die Bedeutung der Reflexe orientirt und den vortheilhaftesten Incidenzwinkel gefunden, kann man zu der Abmessung selbst übergehen. Bei durchschnittlich präcisen Reflexen verwendet man Ocular β, bei schlechteren γ; die Verwendung von Ocular δ beschränkt man auf den äussersten Fall.

Man notirt, nachdem man die Centrirung nochmals corrigirt und die Nebenschraube angezogen, die Limbuspositionen bei Einstellung der Reflexmitten auf den Verticalfaden in der Reihenfolge 1, 2, 3, 4 wie sie auftreten und dann in umgekehrter Reihe 4, 3, 2, 1 dies wiederholend, um die Bewegungen des Wachskegels auszugleichen. Es genügen bei mässig dilatirten Reflexen etwa 5—10 Einstellungen und Ablesen an einem der Nonien, um im arithmetischen Mittel die Präcision einer Minute zu erreichen.

Auch wenn man nicht die Aussicht oder Absicht hat, das Endresultat genauer als nach Minuten anzugeben, wird man es bequemer finden, bei den Einzelablesungen die Limbusposition auf 10 Secunden zu schätzen, als jedesmal schlüssig zu werden, welche Minutenangabe bei nicht völliger Coincidenz des Ablesestrichs am Nonius zu wählen sei; ist die Coincidenz eines Noniusstriches, der beispielsweise 10° 15′ 30″ bedeuten möge, eine vollkommene, dann zeigen die ihm benachbarten Nonienstriche 10° 15′ 0″ und 10° 16′ 0″ gleiche Abstände von den ihnen nächsten Limbusstrichen; ist dieser Abstand bei dem Strich 10° 15′ 0″ grösser als bei dem anderen, dann kann man richtiger 10° 15′ 40″ schätzen und umgekehrt; beim

Berechnen des Mittelwerthes lässt man dann die im Mittel aufkommenden Secunden über 30″ als volle Minute gelten, die darunter fallenden aber weg.

Die Bögen zwischen nicht durch Interferenz secundär gegliederten Reflexen sind allemal besser unter steilen Incidenzwinkeln zu messen; bei Verwendung des Oculars α wird man kaum eine den Werth einer Minute überschreitende Differenz in zwei Einstellungen antreffen.

Will man den Winkel zwischen bevorzugten Flächen mit einer höheren Präcision bestimmen, dann muss man die Ablesungen vervielfältigen und durch einen systematischen Gang die Fehler des Instrumentes möglichst beseitigen.

Man beginnt die Abmessung einige Stunden nach dem Befestigen und Centriren des Krystalls, corrigirt die in dieser Zeit aufgekommenen Veränderungen, vertheilt die Ablesungen gleichmässig über alle Theile des Limbus und vereinigt die Ablesungen an beiden Nonien; jede Einstellung muss einige Male wiederholt werden, um die Unsicherheit der Schätzung einigermassen zu compensiren; die Fehler der Nonien sind nur schwierig zu elidiren.

Will man beispielsweise 10 Ablesungen machen, so beginnt man jede in Abständen von 36°. Man stellt den Limbus zuerst am Nonius A auf nahe 1°, klemmt ihn, öffnet die Nebenschraube, stellt Reflex 1 mit der Hand auf den Verticalfaden, klemmt die Nebenschraube, stellt den Reflex 1 mit der Mikrometerschraube fein ein und liest auf beiden Nonien die Position auf 10 Secunden ab. Man öffnet die Limbusklemmschraube, stellt Reflex 2 mit der Hand und dann fein mit der Mikrometerschraube ein und liest dann wieder ab. Man führt Reflex 1 wieder auf das Fadenkreuz, liest wieder ab, und so weiter bis man jede der beiden Positionen mindestens drei Mal, besser fünf Mal eingestellt hat.

Die Differenz zwischen den arithmetischen Mitteln aus den so gewonnenen 6 resp. 10 Ablesungen jeder Position gilt nun als erster Bogenwerth. Man stellt sodann Limbus auf 37° am ersten Nonius, öffnet die Nebenschraube, führt den Reflex 1 mit der Hand auf das Fadenkreuz, schliesst die Nebenschraube, stellt den Reflex 1 fein ein, liest ab u. s. w.

An einem Quarz von Palombaja, Elba wurde eine der Polkanten des Hauptrhomboëders nach dem Schema:

Position R_1		Position R_2	
Nonius A:	Nonius B:	Nonius A:	Nonius B:
0° 25′ 50″	180° 25′ 40″	274° 40′ 50″	94° 40′ 20″
50	40	50	20
50	30	40	20
0 25 50	180 25 37	274 40 47	94 40 20
	25 50		40 47
Position R_1 =	180 25 43	Position R_2	94 40 33
Position R_2 =	94 40 33		
	85 45 10	= Normalenbogen, 1. Werth.	

Position R_1		Position R_2	
Nonius A:	Nonius B:	Nonius A:	Nonius B:
36° 9′ 50″	216° 9′ 40″	310° 24′ 20″	130° 24′ 10″
40	20	10	0
40	20	10	0
36 9 43	216 9 27	310 24 13	130 24 3
	9 43		24 13
	Position R_1 = 216 9 35		Position R_2 130 24 8
	Position R_2 = 130 24 8		
	85 45 27 = Normalenbogen, 2. Werth,		

etc. etc. gemessen und gab folgende Zahlen:

		Δ	Δ^2
1.	85° 45′ 10″	— 11″	121
2.	27	+ 6	36
3.	30	+ 9	81
4.	20	— 1	1
5.	20	— 1	1
6.	12	— 9	81
7.	26	+ 5	25
8.	30	+ 9	81
9.	17	— 4	16
10.	85 45 20	— 1	1
Mittel	85° 45′ 21″		$\Sigma\Delta^2 = 444$

Darnach ist das Gewicht des Mittels $P = \frac{n^2}{2\Sigma\Delta^2} = 0{,}1126, \quad n = 10$

und der wahrscheinliche Fehler $\varphi = \frac{0{,}477}{\sqrt{P}} = \pm 1{,}42''$.

Zur Vergleichung mag eine zweite, an derselben Kante mit nahe gleichen Limbusabschnitten drei Monate später ausgeführte Messung dienen, welche folgende Zahlen ergab:

		Δ	Δ^2
1.	85° 45′ 11″	— 13″	169
2.	18	— 6	36
3.	23	— 1	1
4.	25	+ 1	1
5.	35	+ 11	121
6.	22	— 2	4
7.	26	+ 2	4
8.	28	+ 4	16
9.	30	+ 6	36
10.	85 45 22	— 2	4
Mittel	85° 45′ 24,0		$\Sigma\Delta^2 = 392$

Das Gewicht dieses Mittels ist $P = 0,1274$ und sein wahrscheinlicher Fehler $\varphi = \pm 1,34''$. Bemerkt muss werden, dass bei der Ausführung dieser zweiten Messung die Krystallflächen bis auf eine 1 mm breite Stelle zunächst der Kante zugedeckt waren.

Von den übrigen Polkanten gab:

R_1/R_3 den Bogen 85° 45′ 20,1″, $P = 0,3931$, $\varphi = \pm 0,76''$
R_2/R_3 85 45 23,3, $P = 0,1991$, $\varphi = \pm 1,07$

An einem zweiten Krystall desselben Fundortes gab die einzige, aber sehr vorherrschend entwickelte Polkante R_1/R_2 ohne partielle Bedeckung und unter Anwendung einmaliger Einstellung jeder Position, viermal wiederholt:

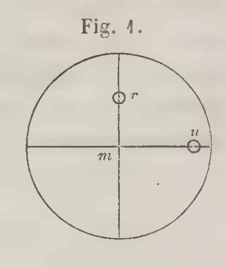
85° 45′ 9,0″,	$P = 0,0847$,	$\varphi = \pm 1,638''$
85 45 14,5,	$P = 0,0645$,	$\varphi = \pm 1,896$
85 45 3,5,	$P = 0,2440$,	$\varphi = \pm 0,944$
85 45 3,0,	$P = 0,1923$,	$\varphi = \pm 1,087$

Nach Lage dieser Resultate geht die erreichbare Präcision der Abmessung über die Gleichartigkeit der concreten Verhältnisse hinaus, so dass das Instrument den an dasselbe im Allgemeinen zu machenden Anforderungen entspricht.

Geringe Abweichungen einzelner Flächen aus einer eingestellten Zone werden am besten unter Verwendung des Signals *d* erkannt, welches einen kleinen erhellten Kreis reflectiren lässt. Aendert man durch eine das Resultat kaum beeinträchtigende Verstellung der Cylinderschlittenschrauben die Lage des Krystalls so, dass die Reflexe der beiden, die Zone präcisirenden Flächen beim Drehen des Limbus genau durch den Mittelpunkt des Fadenkreuzes gehen, so passirt der Reflex einer nicht genau in dieser Zone liegenden Fläche den Verticalfaden in einer gewissen Entfernung vom Mittelpunkte des Fadenkreuzes.

Um die Position dieser Fläche zu bestimmen, hat man zunächst zwei messbare Bogenwerthe, nämlich die Limbusdrehung $= \varepsilon$ von dem Durchgange eines genau durch den Mittelpunkt gehenden Reflexes u bis zum Passiren des Verticalfadens durch den Reflex r der ausser der Zone liegenden Fläche — und den scheinbaren Abstand $= \delta$ des Durchgangspunktes im Verticalfaden vom Mittelpunkt des Fadenkreuzes; ausserdem ist aber noch der Incidenzwinkel $= \varrho$, welcher gleich der Hälfte des Winkels zwischen Signal- und Beobachtungsrichtung als bekannt vorauszusetzen ist, in Betracht zu nehmen.

Fig. 1.

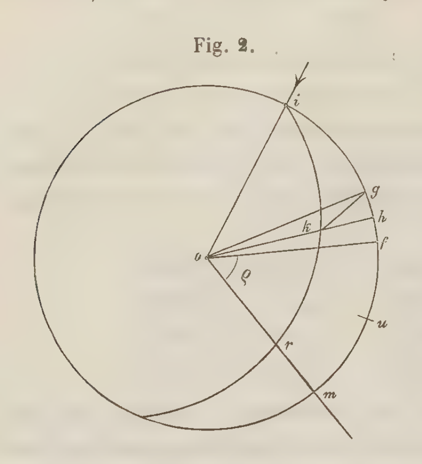


Die Relation dieser messbaren Bögen zu der Position der nicht in der

Zone liegenden Fläche ist eine ziemlich complicirte (vergl. Groth, Pogg. Ann. **144**, 34).

Sei, Figur 1, der angedeutete Kreis das Gesichtsfeld im Beobachtungsfernrohr, *m* der Fadenkreuzmittelpunkt, *u* das Signalbild einer Fläche der eingestellten Zone, welches durch Drehen des Limbus aus der Mitte *m* soweit seitlich geführt ist, dass das Signalbild *r* der nicht in dieser Zone liegenden Fläche den Verticalfaden passirt; der scheinbare Bogen *mu* ist doppelt so gross, wie die Limbusdrehung $= \varepsilon$; wie der scheinbare Abstand $mr = \delta$ gemessen werden kann, wird unten berührt werden. Es sei ferner Figur 2 eine Kugeloberfläche um den centrirten Krystall in *o*, so dargestellt durch die kreisförmige Contur, dass diese in der Reflexionsebene des in der Richtung *oi* einfallenden, in der Richtung *om* von den Flächen der eingestellten Zone reflectirten Lichtes belegen ist; die nicht in dieser Kreislinie belegenen Punkte ausser *o* sind auf der Kugeloberfläche zu denken; der Horizontalfaden liegt in der Ebene *mi*, der Verticalfaden in der Verticalebene durch *om*; der Bogen *mi* ist $= 2\varrho$ und als bekannt vorausgesetzt.

Fig. 2.



Wenn der Reflex *u* in *m* gesehen wird, geht die Normale dieser Fläche durch *f*, so dass $mf = fi = \varrho$ ist, dreht man den Limbus so, dass *r* durch den Verticalfaden geht, so beschreibt der Reflex *u* den Weg *mu*, und steht dann die Normale dieser Fläche im Radius *og*, so dass $ug = gi = \varrho - \varepsilon$ wird; *fg* ist also $= \varepsilon$. Alsdann erscheint der Reflex *r* in der Verticalebene durch *om*, um den Bogen $mr = \delta$ von *m* abstehend. Die Reflexionsebene desselben schneidet die Kugel in dem Bogen *ri* eines grössten Kreises, und liegt in diesem der Punkt *k*, in welchem die Normale auf Fläche *r* die Kugel trifft, so dass $rk = ki$ wird. Legt man durch *k* eine Verticalebene, die den Kreis *im* in *h* trifft, dann ist *kg* der Normalenbogen zwischen Fläche *u* und Fläche *r*, *kh* der rechtwinklige Abstand der Normale von *r* von der Ebene der Zone und *hg* der Abstand ihres Projectionspunktes auf die Zonenebene; es werden aber *kh* und *hg* gefunden, wie folgt:

Im Dreieck *mir* ist $\cos ri = \cos mi \cos mr = \cos 2\varrho \cos \delta$ und

$$\operatorname{tg} mir = \frac{\operatorname{tg} mr}{\sin mi} = \frac{\operatorname{tg} \delta}{\sin 2\varrho}; \text{ aus ersterer Gleichung}$$

$$\cos \tfrac{1}{2} ri = \cos ik = \sqrt{\frac{1 + \cos ri}{2}} = \sqrt{\frac{1 + \cos 2\varrho \cos \delta}{2}}$$

$$\sin ik = \sqrt{\frac{1 - \cos ri}{2}} = \sqrt{\frac{1 - \cos 2\varrho \cos \delta}{2}}$$

$$\operatorname{tg} ik = \sqrt{\frac{1 - \cos 2\varrho \cos \delta}{1 + \cos 2\varrho \cos \delta}};$$

ferner:

$$\sin hik = \sin mir = \sqrt{\frac{\operatorname{tg}^2 mir}{\operatorname{tg}^2 mir + 1}} = \sqrt{\frac{\operatorname{tg}^2 \delta}{\operatorname{tg}^2 \delta + \sin^2 2\varrho}}$$

$$= \sqrt{\frac{\sin^2 \delta}{\sin^2 \delta + \cos^2 \delta \sin^2 2\varrho}} = \sqrt{\frac{\sin^2 \delta}{1 - \cos^2 2\varrho \cos^2 \delta}}$$

$$\cos hik = \cos mir = \sqrt{\frac{1}{\operatorname{tg}^2 mir + 1}} = \sqrt{\frac{\sin^2 2\varrho}{\operatorname{tg}^2 \delta + \sin^2 2\varrho}}$$

$$= \sqrt{\frac{\sin^2 2\varrho \cos^2 \delta}{\sin^2 \delta + \sin^2 2\varrho \cos^2 \delta}} = \sqrt{\frac{\sin^2 2\varrho \cos^2 \delta}{1 - \cos^2 2\varrho \cos^2 \delta}}$$

Im Dreieck khi ist nun:

$$\sin kh = \sin ik \sin hik$$

$$= \sqrt{\frac{1 - \cos 2\varrho \cos \delta}{2}} \quad \sqrt{\frac{\sin^2 \delta}{1 - \cos^2 2\varrho \cos^2 \delta}}$$

$$= \sqrt{\frac{\sin^2 \delta}{2 . (1 + \cos 2\varrho \cos \delta)}}, \quad \text{ferner}$$

$$\operatorname{tg} hi = \operatorname{tg} ik \cos hik$$

$$= \sqrt{\frac{1 - \cos 2\varrho \cos \delta}{1 + \cos 2\varrho \cos \delta}} \quad \sqrt{\frac{\sin^2 2\varrho \cos^2 \delta}{1 - \cos^2 2\varrho \cos^2 \delta}}$$

$$= \frac{\sin 2\varrho \cos \delta}{1 + \cos 2\varrho \cos \delta}.$$

Der Punkt h liegt, so lange $\varrho < 90^0$ und $\delta < 90^0$ ist, immer im Bogen if, denn es wird dann die Tangente der Differenz von if und ih, also die Tangente des Bogens fh positiv; wir finden nämlich:

$$\operatorname{tg} fh = \operatorname{tg}(\varrho - hi) = \frac{\frac{\sin \varrho}{\cos \varrho} - \frac{\sin 2\varrho \cos \delta}{1 + \cos 2\varrho \cos \delta}}{1 + \frac{\sin \varrho}{\cos \varrho} \cdot \frac{\sin 2\varrho \cos \delta}{1 + \cos 2\varrho \cos \delta}}$$

$$= \frac{\sin \varrho + \sin \varrho \cos^2 \varrho \cos \delta - \sin \varrho \sin^2 \varrho \cos \delta - 2 \cdot \sin \varrho \cos^2 \varrho \cos \delta}{\cos \varrho + \cos \varrho \cos^2 \varrho \cos \delta - \cos \varrho \sin^2 \varrho \cos \delta + 2 \ \sin^2 \varrho \cos \varrho \cos \delta}$$

$$= \frac{\sin \varrho - \sin \varrho \cos^2 \varrho \cos \delta - \sin \varrho \sin^2 \varrho \cos \delta}{\cos \varrho + \cos \varrho \cos^2 \varrho \cos \delta + \cos \varrho \sin^2 \varrho \cos \delta}$$

$$= \frac{\sin \varrho - \sin \varrho \cos \delta}{\cos \varrho + \cos \varrho \cos \delta} = \frac{\sin \varrho}{\cos \varrho} \cdot \frac{1 - \cos \delta}{1 + \cos \delta} = \operatorname{tg} \varrho \cdot \operatorname{tg}^2 \frac{\delta}{2}$$

Dieser Bogen fh ist die Differenz zwischen dem Bogen ε, am Goniometer abgelesen, als Drehung des Limbus vom Durchgang des Reflexes u durch den Mittelpunkt und Durchgang des Reflexes r durch den Verticalfaden, einerseits und dem wahren Bogenabstand anderseits von der Fläche u bis zum Durchgang der durch Fläche r gelegten Normalebene.

Aus $\varepsilon - fh = fg - fh = gh$ und dem Bogen kh folgt nach dem Ausdruck:

$$\cos kg = \cos gh \cos kh$$

der Bogenabstand der Flächen u und r, sowie analog der Bogenabstand zwischen r und irgend einer zweiten Fläche v der eingestellten Zone, so dass man aus diesen beiden Bögen das Symbol der Fläche r ableiten kann.

Die Rechnung vereinfacht sich, wenn man $\varrho = 45^0$, $2\varrho = 90^0$ wählt, also das Beobachtungsfernrohr senkrecht zum Signalrohr stellt.

Es wird dann $\operatorname{tg} \varrho = 1$, $\cos 2\varrho = 0$, $\sin 2\varrho = 1$ und daher:

$$ri = 90^0,\ ik = 45^0,\ mir = \delta,\ \sin kh = \frac{\sin \delta}{\sqrt{2}},\ \operatorname{tg} hi = \cos \delta,\ \operatorname{tg} fh = \operatorname{tg}^2 \frac{\delta}{2}.$$

Bleibt ϱ constant, dann wächst mit steigendem Werth von δ der Bogen fh, was man deutlich beim Justiren einer Fläche, wenn die wirksame Mikrometerschraube nahe in der Reflexionsnormale steht, beobachten kann; liegt in der centrirten Zone eine stark gestreifte Fläche und zwar mit der Richtung der Streifung in der Reflexionsebene, so bildet der rechtwinklig gegen diese dilatirte Reflex einen nach dem Signal convexen Bogen.

Der Reflexabstand δ ist aber seinerseits ein von dem unveränderlichen Normalenabstand $kh = \eta$ und ϱ abhängige Grösse. Um das Calcül zu vereinfachen, wollen wir — wie es ja thatsächlich der Fall ist — annehmen. dass δ ein kleiner Winkel und sein cos $= 1$ sei. Dann ist:

$$\sin \delta = \sin \eta \sqrt{2} \sqrt{1 + \cos 2\varrho}$$

Wenn man in der Richtung des einfallenden Lichtes rückwärts den Reflex beobachten könnte, annähernd also bei sehr kleinem Incidenzwinkel, erreichte man für δ den Maximalwerth, da $\cos 2\varrho = 1$, nämlich:

$$\sin \delta = \sin \eta \sqrt{2} \cdot \sqrt{2} = 2 \sin \eta$$

Bei einer Incidenz von 45^0, wo das Beobachtungsrohr senkrecht zum Signalrohr steht, wird $\cos 2\varrho = 0$ und ist:

$$\sin \delta = \sin \eta \sqrt{2}$$

Bei 60^0 Incidenzwinkel, also $2\varrho = 120^0$ wird $\eta = \delta$; bei noch grösserer Incidenz wird $\delta < \eta$.

Bei streifender Reflexion, wo 2ϱ nahe 180^0 wird und $\cos 2\varrho = -1$ ist, verschwindet der Werth δ, indem

$$\sin \delta = \sin \eta \sqrt{2} \sqrt{1 - 1} = 0 \text{ wird.}$$

Je grösser man daher den Incidenzwinkel macht, desto mehr hört der Einfluss einer Abweichung aus der tautozonalen Lage auf die Stellung der Reflexe auf; auch die Reflexe der Flächen, die etwas ausserhalb der Zone liegen, scheinen nahe in dieselbe zu fallen; nicht ganz ebene Flächen, welche das reflectirte Licht bei steiler Incidenz zerstreuen, geben unter grossem Incidenzwinkel Bilder, welche nur in der Richtung der Zone zerstreut sind, in der Richtung rechtwinklig dagegen scharf begrenzt erscheinen; damit hören auch die Interferenzerscheinungen in der Richtung rechtwinklig auf die Zonenebene und die partiellen, damit verbundenen Auslöschungen des Lichtes auf und wächst im Allgemeinen die Helligkeit der Reflexe.

Man ist gewohnt, kleine Abweichungen der Reflexe aus der tautozonalen Lage zu vernachlässigen, und die Intersection des Reflexes mit dem Verticalfaden als Position in der Zone in Rechnung zu stellen, also den Bogen fh zu vernachlässigen.

Setzt man als die zulässige Grenze des Fehlers den Bogen 0° 1′, so giebt der oben für tg fh ermittelte Ausdruck durch Umkehrung

$$\operatorname{tg} 0^0\, 1' \,.\, \cot^2 \frac{d}{2} = \operatorname{tg} \varrho$$

und den zulässigen Incidenzwinkel:

für	$\delta = 0^0\,30'$:	$\varrho = 86^0\,15'$,	$2\varrho = 172^0\,30'$
-	$\delta = 1 \quad 0$:	$\varrho = 75 \quad 20$,	$2\varrho = 150 \quad 40$
-	$\delta = 1 \quad 30$:	$\varrho = 59 \quad 30$,	$2\varrho = 119 \quad 0$
-	$\delta = 2 \quad 0$:	$\varrho = 43 \quad 39$,	$2\varrho = 87 \quad 18$

Anmerkung. Der Winkel $kga = \alpha$ wird aus hk und $gk = \gamma$ durch den Ausdruck:

$$\sin \alpha = \frac{\sin \delta}{\sin \gamma \sqrt{2}} \sqrt{\frac{1}{1 + \cos 2\varrho \cos \delta}}$$

gefunden; loco citato, S. 45 steht

$$\sin \alpha = \frac{\sin \delta \sqrt{2}}{(1 + \cos 2\varrho \cos \delta) \sin \gamma}.$$

Setzt man $2\varrho = 90^0$, so wird $\sin \alpha = \frac{\sin \delta}{\sin \gamma \sqrt{2}}$, nicht $= \frac{\sin \delta \sqrt{2}}{\sin \gamma}$, so dass die Correctionswerthe der Tabelle S. 47 nahezu halb so gross zu wählen sind.

Schliesslich ist noch über die Methode, den Winkel $mr = \delta$ zu messen, zu berichten.

Man kann den Limbus (Fig. 3) einmal so einstellen, dass der ausserhalb des Horizontalfadens liegende Reflex r dem Augenmass nach so weit vom Verticalfaden absteht, wie vom Horizontalfaden, also $rr_1 = rr_2 = r_1 m$

ist, und dann so, dass r im Punkte r_1 durch den Verticalfaden geht; die Limbusdrehung ist gleich dem halben Bogen mr_1.

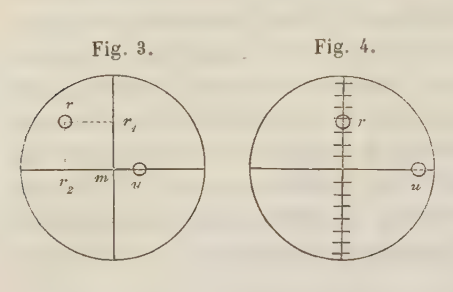


Fig. 3. Fig. 4.

Groth (loco citato) ersetzt (Fig. 4) das Fadenkreuz durch einen sogenannten Glasmikrometer, eine dünne planparallele Scheibe, auf welcher das Fadenkreuz eingravirt ist und der Verticalfadenstrich noch eine feine Quertheilung trägt; steckt man das Ocular so in das Objectivrohr, dass der getheilte Strich horizontal steht, stellt das Rohr diametral dem Spaltsignal b gegenüber, so misst die Drehung des Conus I, während das Signal von Theilstrich zu Theilstrich fortschreitet, die Bogenwerthe, welche die Spatien bedeuten. Stellt man Conus I fest, und dreht mit dem Limbus eine spiegelnde Fläche, welche den Reflex des Signals in das Fernrohr wirft, so misst die Drehung des Limbus die halben Bogenwerthe. Nach dieser Theilung schätzt man den Abstand mr.

Man kann auch in das Objectivrohr neben dem Kerb, welcher die Fäden senkrecht und horizontal stellt, einen anderen Kerb genau in 45° Abstand von dem ersteren einschneiden lassen, so dass, wenn man die Nase des Klemmringes in diesen zweiten Kerb steckt, die Fäden eine um 45° gewendete Stellung erhalten.

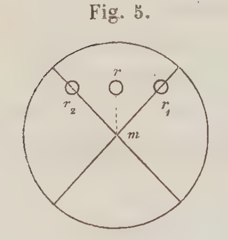


Fig. 5.

Modificirt man die Stellung des Krystalls — was das Resultat kaum beeinträchtigen wird, so, dass die tautozonalen Reflexe auch jetzt durch den Kreuzpunkt gehen, und dreht den Limbus so (Fig. 5), dass einmal die Mitte des Reflexbildes in Position r_1 den Faden von Rechts-oben nach Links-unten, und dann in Position r_2 den Faden von Links-oben nach Rechts-unten schneidet, so misst die Limbusdrehung den halben Bogen $r_1 r_2$ und somit nahezu den Abstand $rm = \delta$.

XXXII. Krystallographische Untersuchung einiger organischer Verbindungen.

Von

K. Haushofer in München.

(Mit 16 Holzschnitten.)

---

1. Methylcrotonsäure.

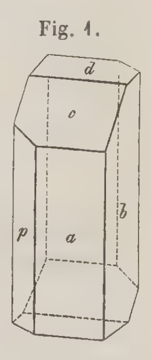
$C^5H^8O^2$ (isomer mit der folgenden). Schmelzpunkt 65⁰.

Dargestellt von Dr. W. v. Miller, Docent an der techn. Hochschule München. Vergl. Ann. d. Chem. **200**, 261 ff. Früher schon gefunden und beschrieben (jedoch ohne krystallographische Charakteristik) durch Frankland und Duppa, ebenda **136**, 36; Schmidt und Berendes, ebenda **191**, 111; H. Rohrbeck, ebenda **188**, 229.

Asymmetrisch. $a : b : c = 2,2966 : 1 : 1,0462$*).

$$\alpha = c : b = 99^0 \ 1'$$
$$\beta = c : a = 137 \ 53$$
$$\gamma = a : b = 85 \ 43$$

Fig. 1.



Wasserhelle Krystalle der Combination: $\infty\breve{P}\infty(100) = a$, $\infty\bar{P}\infty(010) = b$, $oP(001) = c$, $\infty'P(1\bar{1}0) = p$, $,\breve{P},\infty(\bar{1}01) = d$. Einige Krystalle sind tafelförmig nach a, andere ebenso nach b ausgebildet, die grösseren prismatisch verlängert und spitz zulaufend. — Sehr vollkommen spaltbar nach c. Die Krystalle sind biegsam wie Talk, fühlen sich sehr fettig an und werden an der Luft nach längerer Zeit rauh und abgerundet.

---

*) Wenn ich die Krystalle gegen die Regel in eine Stellung brachte, in welcher a länger erscheint als b, so glaube ich dies durch den Umstand entschuldigen zu können, dass bei der ersten Beschreibung (a. a. O.) die Krystalle so aufgestellt worden waren, als zuverlässige Winkelmessungen noch nicht vorlagen. Ueberdies geben die Krystalle in jeder anderen Stellung minder ansehnliche Bilder als in der gewählten. Der Verf.

		Gemessen:	Berechnet:
$a:b$	$= (100)(010) =$	*86° 25′	—
$a:c$	$= (100)(001) =$	*42 9	—
$c:b$	$= (001)(010) =$	*81 15	—
$a:d$	$= (100)(\bar{1}01) =$	*66 53	—
$a:p$	$= (100)(1\bar{1}0) =$	*47 12	—
$c:p$	$= (001)(1\bar{1}0) =$	54 36	54° 30′
$d:b$	$= (\bar{1}01)(010) =$	83 0	83 11

Die Auslöschungsrichtungen im parallelen polarisirten Lichte bilden auf a mit der Kante ab einen Winkel von $21\frac{1}{2}^0$, auf b einen Winkel von 38°.

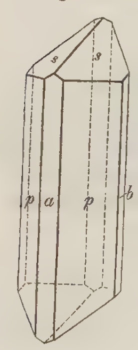
2. Dimethylacrylsäure.

$C_5H_8O_2$ (isomer mit Methylcrotonsäure). Schmelzpunkt 69—70°.

Dargestellt von Demselben. Vergl. Ann. d. Chem. **200**, 261 ff.

Monosymmetrisch. $a:b:c = 1{,}5358 : 1 : 0{,}7063$
$\beta = 74^0\ 13'$.

Fig. 2.



Prismatische wasserhelle Krystalle der Combination (Fig. 2): $\infty P(110) = p$, $R\infty(011) = s$, $\infty P\infty(100) = a$, $\infty R\infty(010) = b$. An einzelnen Krystallen fanden sich Andeutungen des positiven Hemidomas $P\infty(\bar{1}01)$. — Spaltbarkeit unvollkommen nach a und b.

		Gemessen:	Berechnet:
$p:p$ (vorn)	$= (1\bar{1}0)(110) =$	*111° 50′	—
$p:p$ (seitlich)	$= (110)(\bar{1}10) =$	68 0	68° 10′
$s:s$ (oben)	$= (011)(0\bar{1}1) =$	*61 0	—
$s:p$ (vorn)	$= (011)(110) =$	*56 30	—
$a:p$	$= (100)(110) =$	56 0	55 55

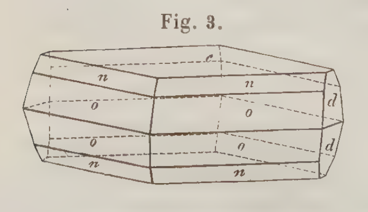
3. Dimethylacrylsaures Kupfer.

$(C_5H_9O_3)_2Cu + 2$ aq.

Dargestellt von Demselben s. a. a. O.

Rhombisch. $a:b:c = 0{,}6027 : 1 : 2{,}4603$.

Fig. 3.



Bläulichgrüne durchsichtige Krystalle der Combination (Fig. 3): $P(111) = o$, $\frac{2}{3}P(223) = n$, $oP(001) = c$, $4\breve{P}\infty(041) = d$. Die Flächen sind meist sehr ungleichmässig ausgebildet; oft fehlt an einer Seite o vollständig, dafür überwiegt n; solche Krystalle zeigen einen monosymmetrischen Habitus. Gewöhnlich erscheinen sie dünn tafelförmig nach c.

		Gemessen:	Berechnet:	
$o : o$	$= (111)(\bar{1}11) =$	*113° 54′	—	(Makrodiagonale Polkante)
$o : c$	$= (111)(001) =$	*78 9	—	
$n : c$	$= (223)(001) =$	72 37	72° 38′	
$d : c$	$= (041)(001) =$	84 12	84 12	
$o : o$	$= (111)(11\bar{1}) =$	24 0	23 42	(Mittelkante)
$d : d$	$= (041)(04\bar{1}) =$	— —	11 36	

4. Isäthionsaurer Baryt

$(CH_2\,OH.CH_2.SO_2)_2\,O\,Ba\,O.$

Bezüglich der Krystallisation dieses Salzes findet man in den Handbüchern blos die Angabe, dass es quadratische oder rhombische Blättchen bilde. Herr F. Carl an der technischen Hochschule in München stellte das Salz neuerdings dar und es gelang mir, aus den perlglänzenden Haufwerken von feinen Täfelchen, in welchen es krystallisirte, einzelne Individuen loszulösen, welche genauere Messungen gestatteten. Nach diesen ist das Salz

rhombisch, $a : b : c = 0{,}9448 : 1 : 1{,}8221$.

Beobachtete Combination: $oP(001) = c$, $P(111) = p$, $\frac{3}{5}P(335) = q$, $2\breve{P}\infty(021) = o$, $\infty\bar{P}\infty(100) = a$ (Fig. 4). Die Flächen von a und o fehlen oft; die Krystalle sind stets tafelförmig nach c. Der spitze ebene Basiswinkel berechnet sich zu 86° 45′ (= α Fig. 5); auch einem minder geübten Auge erscheinen die Tafeln im Grundrisse als rhombisch; beim Auftreten von a und o könnten sie für tetragonal gehalten werden. Im convergenten polarisirten Lichte beobachtete ich auf der Fläche c das Polarisationsbild beider optischen Axen in der Art, wie es manche Glimmer mit sehr kleinem Axenwinkel zeigen; die dunklen Arme des Kreuzes treten bei der Drehung der Krystallplatte nur sehr wenig auseinander. Ebene der optischen Axen a, erste Mittellinie c.

Fig. 4.

Fig. 5.

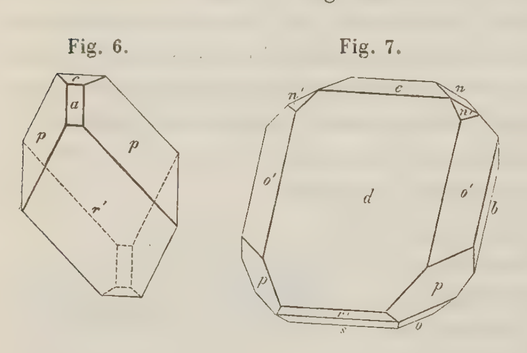
		Gemessen:	Berechnet:	
$p : c$	$= (111)(001) =$	*69° 21′	—	
$p : p$	$= (111)(\bar{1}11) =$	*85 43	—	(Makrodiagonale Polkante)
$q : c$	$= (335)(001) =$	58 33	57° 52′	
$o : c$	$= (021)(001) =$	75 2	74 39	
$p : p$	$= (111)(1\bar{1}1) =$	— —	79 58	(Brachydiagonale Polkante)
$p : p$	$= (111)(11\bar{1}) =$	— —	41 18	(Mittelkante)
$p : q$	$= (111)(335) =$	— —	11 29	
$o : o$	$= (021)(02\bar{1}) =$	— —	30 42	(Mittelkante)

5. Neutrales essigsaures Natron

$Na C_2 H_3 O_2 + 3$ aq.

Die Krystallisation dieses Salzes wurde von Brooke (Ann. of Phil. **22**, 39) und Rammelsberg (Handb. d. kryst. Chem. 286) eingehend untersucht und ausserdem in Groth's phys. Krystallographie (S. 406) dargestellt. Zur Ergänzung theile ich einige Beobachtungen an Krystallen desselben mit, welche aus alkoholischer, freie Essigsäure enthaltender Lösung neben saurem Salze (s. u.) entstehen, und habituell von den bisher beschriebenen Formen verschieden sind. Die angenommene Stellung und Flächenbezeichnung sowie das berechnete Axenverhältniss wurden beibehalten.

Bei rascher Abkühlung einer starken Lösung bilden sich speerförmige Krystallnadeln, welche auf die in Fig. 6 dargestellte Combination zurückzuführen sind: $\infty P(110) = p$, $2 \bar{P} \infty (20\bar{1}) = r'$, $\infty \bar{P} \infty (100) = a$. $oP(001) = c$. Bei langsamer Krystallisation aus verdünnten Lösungen dieser Art erhält man tafelförmige Krystalle von der in Fig. 7 abgebildeten Combination: $-\bar{P}\infty (101) = d$, $-P(111) = o'$, $P(11\bar{1}) = o$, $\infty P(110) = p$; $2 \bar{P} \infty (20\bar{1}) = r'$, $\infty \bar{P} \infty (010) = b$, $oP(001) = c$, $\bar{P}\infty(10\bar{1}) = s$, $-\frac{1}{2}P(112) = n'$, $\frac{1}{2}P(\bar{1}12) = n$. Die Flächen d, s, n und n' wurden bisher noch nicht beobachtet; die Flächen n liessen keine brauchbare Messung zu.



		Gemessen:	Berechnet:
$d : p$	$= (101)(110) =$	57° 44′	57° 54′
$d : c$	$= (101)(001) =$	30 11	30 30
$d : b$	$= (101)(010) =$	90 0	90 0
$d : o'$	$= (101)(111) =$	31 33	31 14
$c : s$	$= (001)(10\bar{1}) =$	131 2	131 25
$c : n'$	$= (001)(112) =$	36 2	34 24
$r' : d$	$= (20\bar{1})(101) =$	73 1	73 5
$o' : c$	$= (111)(001) =$	60 42	60 22

6. Saures essigsaures Natron

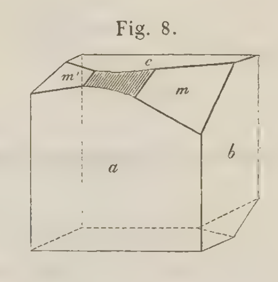
$$\left.\begin{matrix} C_2 H_3 O_2 Na \\ C_2 H_4 O_2 \end{matrix}\right\}.$$

Dargestellt von Fr. Fischer an der technischen Hochschule München.

Ueber die Krystallisation dieses Salzes, welches bei der sog. Perkinsschen Reaction sowie bei der Verdunstung einer alkoholischen Lösung des

neutralen Salzes unter Zusatz von Essigsäure erhalten wird, findet sich in Fehling's Handwörterbuch die Angabe, dass es in würfelförmigen Krystallen zu erhalten sei. Die von mir untersuchten Krystalle sind in der That tesseral und vollkommen isotrop. Gewöhnlich erscheinen sie tafelförmig, seltener als prismatisch verzerrte Hexaëder, in der Regel treppenförmig vertieft oder concentrisch-schalig angewachsen, bisweilen hohl, aussen glatt, innen drusig rauh. An mehreren Krystallen wurde die Abstumpfung einzelner Ecken durch eine Fläche (m, m, Fig. 8) beobachtet, welche ihrer Lage nach nur dem Ikositetraëder $2O2(112)$ angehören kann. Die beobachteten Winkel der nachfolgenden Tabelle lassen darüber keinen Zweifel, so seltsam ein so vereinzeltes Auftreten solcher Flächen erscheinen mag. Die Hexaëderkanten zwischen zwei Ikositetraëderflächen erscheinen bisweilen (vergl. diese Figur) rauh in Folge oscillatorischer Repetition der letzteren. — Ziemlich deutlich spaltbar nach den Hexaëderflächen. Die Flächen m nicht selten drusig rauh.

Fig. 8.



	Gemessen:	Berechnet:
$b : m = (010)(112) =$	65° 55′	65° 54′
$a : m = (100)(112) =$	66 2	65 54
$c : m = (001)(112) =$	35 38	35 16
$b : m_{,} = (010)(1\bar{1}2) =$	114 0	114 6

Da das Salz sich mit Wasser sehr leicht in neutrales Salz und Essigsäure umsetzt, findet man bisweilen beginnende Pseudomorphosen des neutralen nach saurem. Solche Krystalle erscheinen natürlich doppeltbrechend. Manchmal gelingt es durch vorsichtige Auflösung der Rinde von neutralem Salze den einfachbrechenden Kern von saurem Salze bloszulegen. Vielleicht hängt mit jener Umbildung das Trübwerden der anfänglich klaren Hexaëder zusammen.

7. Chlormilchsäure

$HOHC\begin{cases}CH_2Cl\\COOH\end{cases}$. Schmelzpunkt 80°.

Dargestellt von Fr. Kinkelin im chem. Lab. der techn. Hochschule München.

Rhombisch. $a : b : c = 0,8445 : 1 : 2,7335$.

Farblose, durchscheinende Krystalle der Combination: $oP(001) = c$, $P(111) = p$, $\bar{P}\infty(101) = d$, $\frac{1}{3}\breve{P}\infty(013) = s$, $\infty\breve{P}\infty(010) = b$. Meist tafelförmig durch Vorwalten von c (Fig. 9). Nur die kleineren Krystalle zeigen normale Ausbildung; bei fast allen grösseren Krystallen war regelmässig ein Theil der Flächen bis zum Verschwinden verkümmert und zwar ent-

sprechend der Bildungsweise monosymmetrischer Hemiëdrie. Solche Krystalle zeigten auch entschieden monosymmetrischen Habitus (Fig. 10).

Höchst vollkommen spaltbar nach c.

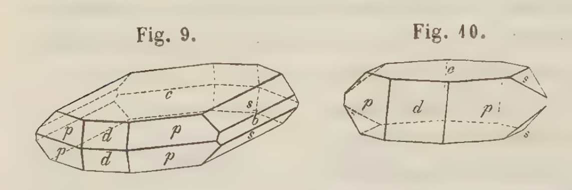


Fig. 9. Fig. 10.

Krystalle und Spaltungsblättchen von etwa $\frac{1}{3}$ mm Dicke zeigen im convergenten polarisirten Lichte das Lemniscatensystem optisch zweiaxiger Krystalle sehr schön. Ebene der optischen Axen $\infty\breve{P}\infty$, erste Mittellinie c, Axenwinkel klein.

	Gemessen:	Berechnet:	
$p : c = (111)(001)$ =	*76° 43′	—	
$p : d = (111)(101)$ =	*38 54	—	
$p : p = (111)(1\bar{1}1)$ =	77 22	77° 48	(Brachydiagonale Polkante)
$p : p = (111)(\bar{1}11)$ =	— —	96 4	(Makrodiagonale Polkante)
$p : p = (111)(11\bar{1})$ =	— —	26 34	(Mittelkante)
$c : d = (001)(101)$ =	72 50	72 50	
$s : c = (013)(001)$ =	43 0	42 20	
$s : p = (013)(111)$ =	74 26	74 19	

8. Paranitrodibrompropionsäure-Aethylester

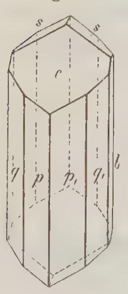
$C_6H_4NO_2\begin{cases}CHBr\\CHBr\end{cases}COOC_2H_5$. Schmelzpunkt 110—111°.

Dargestellt von C. Müller im chem. Lab. d. techn. Hochschule München.

Monosymmetrisch. $a : b : c = 0,6327 : 1 : 0,3215$
$\beta = 28^0\ 27'$.



Fig. 11.



Blassgelbe Krystalle der Combination (Fig. 11): $\infty P(110) = p$, $\infty P\!\!\!/\,2\,(120) = q$, $oP\,(001) = c$, $\infty P\!\!\!/\infty\,(010) = b$, $P(\bar{1}11) = s$. Die Krystalle erscheinen prismatisch gestreckt, gewöhnlich durch Verkümmerung einzelner Flächen des Klinoprismas q unsymmetrisch entwickelt. Die Flächen von q sind vertical gestreift, die übrigen, besonders p und c, glatt und glänzend, die Hemipyramide s meist sehr klein, an vielen Krystallen ganz fehlend.

Hemitropische Zwillingsbildung nach oP nicht selten.

Winkeltabelle:

	Beobachtet:	Berechnet:
$p : p_{,}$ vorn $= (1\bar{1}0)(110)$ =	*33° 33′	—
$p_{,} : q_{,}$ „ $= (110)(120)$ =	13 50	14° 34′
$q : q_{,}$ „ $= (1\bar{2}0)(120)$ =	— —	62 39

		Beobachtet:	Berechnet:
$p : q$, vorn	$= (1\bar{1}0)(120) =$	47° 50′	48° 7′
$c : q$ -	$= (001)(120) =$	41 8	41 19
$c : p$ -	$= (001)(110) =$	*32 40	—
$b : q_{,}$	$= (010)(120) =$	58 50	58 40
$b : p_{,}$	$= (010)(110) =$	73 13	73 12
$s : c$	$= (\bar{1}\bar{1}1)(010) =$	— —	27 23
$s : s_{,}$	$= (\bar{1}\bar{1}1)(\bar{1}11) =$	*28 28	—
$s : p$ hinten	$= (\bar{1}11)(\bar{1}10) =$	120 0	119 57

9. Orthonitrodibrompropionsäure-Aethylester

$C_6H_4NO_2\begin{cases}CHBr\\CHBr\end{cases}COOC_2H_5$. Isomer mit dem vorigen.

Dargestellt von C. Müller.

Monosymmetrisch. $a : b : c = 1,8645 : 1 : 3,1559$
$\beta = 66^0\ 20'$.

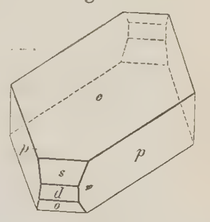


Fig. 12.

Blassgelbliche durchscheinende Krystalle der Combination (Figur 12): $\infty P(110) = p$, $oP(001) = c$, $\text{P̶}\infty(10\bar{1}) = d$, $\frac{1}{2}\text{P̶}\infty(10\bar{2}) = o$, $-\frac{1}{2}\text{P̶}\infty(102) = s$. Dünntafelförmig nach c. Die Flächen s und o sehr unvollkommen.

	Gemessen:	Berechnet:
$c : p = (001)(110) =$	*78° 18′	—
$c : p = (001)(\bar{1}10) =$	101 40	101° 42′
$p : p = (110)(1\bar{1}0) =$	*119 18	—
$p : p = (110)(\bar{1}10) =$	60 43	60 42
$c : d = (001)(10\bar{1}) =$	101 41	—
$c : s = (001)(102) =$	40 0	41 29
$c : o = (001)(10\bar{2}) =$	129 51	128 31

10. Salzsaures Amidoisovaleramid

$CONH_2.CHNH_2\,HCl.CH\begin{cases}CH_3\\CH_3\end{cases}$

Dargestellt von A. Lipp im Lab. d. technischen Hochschule München.

Monosymmetrisch. $a : b : c = 1,3561 : 1 : 0,7408$
$\beta = 88^0\ 1'$.

Kleinere, normal ausgebildete Krystalle entsprechen der in Figur 13 abgebildeten Combination: $\infty\text{P̶}\infty(100) = a$, $\infty P(110) = p$, $-2\text{P̶}2(121)$

Fig. 13.

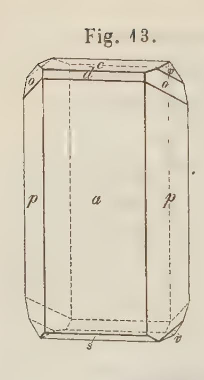
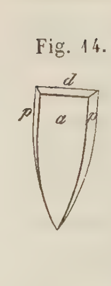


Fig. 14.



$= o$, $-P\infty(101) = d$, $oP(001) = c$, $P\infty(10\bar{1}) = s$, $R\infty(011) = v$. Die Flächen p sind stets vertical gestreift und gestatten deshalb keine brauchbaren Messungen. Grössere Krystalle zeigten stets die in Figur 14 dargestellte monströse Entwicklung. Ebene der optischen Axen nahezu rechtwinklig auf die Verticalaxe; erste Mittellinie annähernd die Axe a. Auf der Fläche a dünner Blättchen erscheinen im convergenten polarisirten Lichte die Polarisationsbilder beider Axen; Axenwinkel klein.

	Gemessen:	Berechnet:	
$a : c = (100)(001)$	*88° 1′	—	
$v : c = (011)(001)$	*36 31	—	
$a : d = (100)(101)$	*59 50	—	
$v : v = (011)(0\bar{1}1)$	73 11	73° 2′	(Polkante)
$p : p = (110)(1\bar{1}0)$	— —	107 10	(Klinodiag. Kante)
$p : p = (110)(\bar{1}10)$	— —	73 50	(Orthodiag. Kante)
$p : a = (110)(100)$	53 0	53 50	
$s : a = (10\bar{1})(100)$	62 30	62 53	
$a : s = (100)(\bar{1}01)$	117 16	117 7	
$s : c = (\bar{1}01)(001)$	29 3	29 6	
$s : d = (\bar{1}01)(101)$	— —	57 17	
$o : o = (121)(1\bar{2}1)$	103 47	104 2	
$o : d = (121)(101)$	51 52	52 1	

11. Amidoisovaleramid-Platinchlorid

$(C_5H_{12}N_2O.HCl)_2PtCl_4 + H_2O$.

Tetragonal. $a : c = 1 : 0,8826$.

Die beobachteten sehr kleinen Krystalle zeigten die Combination $P(111)$, $\infty P(110)$, $oP(001)$. Unvollkommen spaltbar nach oP. Durch dünne Krystalle ist im convergenten polarisirten Lichte das normale Polarisationsbild einaxiger Substanzen sichtbar.

	Gemessen:	Berechnet:	
$(001)(111) =$	*38° 42′	—	
$(111)(110) =$	51 10	51° 18′	
$(111)(\bar{1}11) =$	52 49	52 30	(Polkante)
$(111)(11\bar{1}) =$	102 49	102 36	(Mittelkante)

12. Imidoisovaleronitril

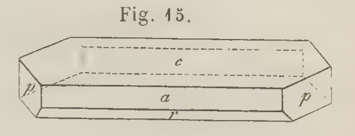
$[(CH_3)_2 CH.CH.CN]_2 NH.$

Dargestellt von Herrn A. Lipp im Laborat. d. techn. Hochschule München.

Monosymmetrisch. $a : b : c = 1,2822 : 1 : 1,4275$
$\beta = 71^0 31'$.

Farblose, stark glasglänzende Krystalle der Combination (Fig. 15): $\infty P(110) = p$, $oP(001) = c$, $\infty P\infty(100)$, $P\infty(10\bar{1}) = r$. Dünn tafelförmig nach c, zugleich prismatisch nach der Makrodiagonale gestreckt. Ziemlich deutlich spaltbar nach a. — Luftbeständig.

Fig. 15.



	Gemessen:	Berechnet:
$a : c = (100)(001) =$	*71° 31′	—
$c : r = (001)(10\bar{1}) =$	*121 30	—
$c : p = (001)(110) =$	*78 23	—
$p : p = (110)(1\bar{1}0) =$	100 50	101° 8′ (vorn)
$a : p = (100)(110) =$	49 43	50 34
$a : r = (100)(10\bar{1}) =$	50 2	49 59

13. Hydroxyisovaleriansäure (Hydroxyisobutyl-Ameisensäure)

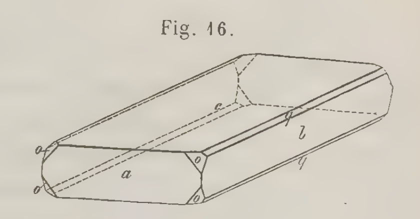
$$\left.\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix}\right\} CH.CHOH.COOH$$

Von Demselben.

Rhombisch. $a : b : c = 0,8679 : 1 : 1,1752.$

Wasserhelle, starkglänzende Krystalle der Combination $\infty\bar{P}\infty(100) = a$, $\infty\breve{P}\infty(010) = b$, $oP(001) = c$, $P(111) = o$, $\frac{1}{2}\breve{P}\infty(012) = q$ (Fig. 16). Tafelförmig nach der Basis, zugleich in der Regel nach der Brachydiagonale prismatisch gestreckt. Die Flächen $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ meist sehr undeutlich; auch P fehlt an der Mehrzahl der Krystalle oder erscheint nur mit einzelnen Flächen. — Deutlich spaltbar nach a.

Fig. 16.



Ebene der optischen Axen $\infty\bar{P}\infty$; erste Mittellinie c. Auf der Fläche oP dünner Blättchen (0,5 mm) kommt das Lemniscatensystem im conver-

genten polarisirten Lichte gut zur Erscheinung; Axenwinkel klein, Doppelbrechung negativ. — Luftbeständig.

		Gemessen:	Berechnet:
$o : c$	= (111)(001) =	*60° 51′	—
$o : a$	= (111)(100) =	*48 44	—
$o : o$	= (111)(1$\bar{1}$1) =	— —	69° 52′ (Brachydiag. Polkante)
$o : o$	= (111)($\bar{1}$11) =	— —	82 30 (Makrodiag. Polkante)
$o : o$	= (111)(11$\bar{1}$) =	— —	58 32 (Basiskante)
$q : b$	= (012)(010) =	59 30	59 34

14. Ammoniakproduct aus Isobutylalkohol

$(CH_3\,CH)_{14}(NH)_6.O$. Schmelzpunkt 31°.

Dargestellt von A. Lipp im chem. Lab. d. techn. Hochschule München.

Holoëdrisch-hexagonal. $a : c = 1 : 0{,}7109$.

Farblose Krystalle der Combination $P(01\bar{1}1)$, $\infty P(01\bar{1}0)$, $oP(0001)$, meist kurzprismatisch, den gewöhnlichen Pyromorphitkrystallen ähnlich, seltener tafelförmig nach oP. Einzelne Flächen sind oft unsymmetrisch ausgedehnt; nicht selten fehlt an dem einen Ende die Pyramide; die Basis ist in der Regel concav gewölbt.

Verhalten im polarisirten Lichte normal, Doppelbrechung negativ.

	Gemessen:	Berechnet:
(01$\bar{1}$1)(0001) =	*39° 23′	—
(01$\bar{1}$1)(10$\bar{1}$1) =	36 57	40° 0′ (Polkante)
(01$\bar{1}$1)(0$\bar{1}$11) =	78 52	78 56 (im Scheitel)
(01$\bar{1}$1)(01$\bar{1}\bar{1}$) =	101 8	101 4 (Mittelkante)

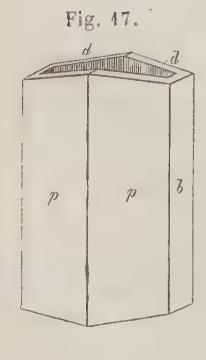
15. Ditolylnitrosamin

$(C_7H_7)_2NNO$. Schmelzpunkt 99—101°.

Dargestellt von A. Lehne im chem. Lab. d. Univers. München.

Rhombisch. $a : b : c = 0{,}3466 : 1 : 0{,}2272$.

Fig. 17.



Die aus Ligroinlösung erhaltenen Krystalle sind prismatisch, dunkel strohgelb, von starkem Seidenglanze. Sie repräsentiren die Combination $\infty P(110) = p$, $\infty\breve{P}\infty(010) = b$, $\breve{P}\infty(011) = d$ (Fig. 17). Die Mehrzahl derselben ist hohl, die glatten Innenwände werden durch die entsprechenden Parallelflächen von p und d gebildet. In dem sehr häufig beobachteten Falle, dass eine der Flächen d vollständig fehlt, zeigen sie einen monosymmetrischen Habitus. Ebene der optischen Axen ist c, erste Mittellinie a. In dieser Richtung sind

im convergenten polarisirten Lichte die Polarisationsbilder beider Axen sichtbar; Axenwinkel klein.

	Gemessen:	Berechnet:	
$p:p = (110)(1\bar{1}0)$ =	*38° 14′	—	(Brachydiag. Kante)
$p:p = (110)(\bar{1}10)$ =	— —	141° 46′	(Makrodiag. Kante)
$d:b = (011)(010)$ =	*77 12	—	
$p:b = (110)(010)$ =	70 53	70 50	
$d:d = (011)(0\bar{1}1)$ =	— —	25 36	

16. Benzoylditolylamin

$(C_7H_7)_2N.C_6H_5CO$. Schmelzpunkt 125°.

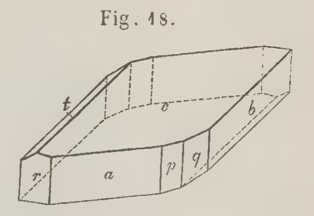
Dargestellt von A. Lehne im chem. Lab. d. Univers. München.

Asymmetrisch. $a:b:c = 0,6428:1:0,5397$.

$\alpha = 79^0\,40'$
$\beta = 100\ 51$
$\gamma = 92\ 45$

Farblose, tafelförmige Krystalle der Combination (Fig. 18): $\infty\bar{P}\infty(100) = a$, $\infty\breve{P}\infty(010) = b$, $oP(001) = c$, $\infty P'_{,}(110) = p$, $\infty{}'P(1\bar{1}0) = r$, $\infty\breve{P}'_{,}2(120) = q$, $'\breve{P}_{,}\infty(0\bar{1}1) = t$. Die Krystalle erscheinen in der Regel nach der Axe a prismatisch verlängert, die Flächen r und q sehr unvollkommen entwickelt. — Im polarisirten Lichte bilden die Auslöschungsrichtungen auf c mit der Combinationskante ac Winkel von ungefähr 45°.

Fig. 18.



	Gemessen:	Berechnet:
$c:a = (001)(100)$ =	*79° 27′	—
$c:b = (001)(010)$ =	*99 59	—
$a:b = (100)(010)$ =	*89 9	—
$b:p = (010)(110)$ =	*56 38	—
$c:t = (001)(0\bar{1}1)$ =	*25 35	—
$c:q = (001)(120)$ =	90 51	89° 24′
$b:q = (010)(120)$ =	36 49	36 36
$c:r = (001)(1\bar{1}0)$ =	86 22	85 35
$b:r = (0\bar{1}0)(1\bar{1}0)$ =	60 43	60 43
$t:a = (01\bar{1})(100)$ =	98 18	98 19
$a:p = (100)(110)$ =	32 31	32 31

17. Malonsäure

$CH_2\begin{cases} COHO \\ COHO \end{cases}$. Schmelzpunkt 132⁰.

Asymmetrisch. $a : b : c = 0,6708 : 1 : 0,3423$

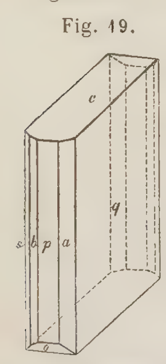
$\alpha = 76^\circ\ 38'$

$\beta = 100\ \ 6$

$\gamma = 70\ \ 2.$

Die ersten Angaben über die Krystallisation der Malonsäure rühren von Knop her (Ann. der Chem. **133**, 350), blieben jedoch wegen unvollkommener Ausbildung der untersuchten Krystalle unvollständig. Zu wiederholten Malen im Laboratorium der technischen Hochschule München dargestellte Malonsäurekrystalle führten zu keinem besseren Ergebnisse.

Fig. 19.



Endlich gelang es mir, durch langsames Krystallisiren der Säure aus rein wässriger Lösung spiegelnde Krystalle darzustellen, die hinreichend sichere Messungsresultate verschafften. Unter Beibehaltung der Stellung, welche Knop denselben gegeben hatte, beobachtete ich folgende Flächen (Figur 19): $\infty{}'\!,P(1\bar{1}0) = p$; $\infty P'\!,(110) = q$; $\infty\bar{P}\infty(100) = a$; $\infty\breve{P}\infty(0\bar{1}0) = b$; $oP(001) = c$; $,P(1\bar{1}\bar{1}) = o$; $\infty\breve{P}'\!,\frac{5}{2}(\bar{2}\bar{5}0) = s$. Dabei wurde jedoch, wie gewöhnlich die Makrodiagonale von links nach rechts gehend genommen. Die Krystalle erscheinen prismatisch nach c gestreckt, zugleich stets tafelförmig nach q, seltener nach p. Häufig fehlen die Flächen a, s, b und o; meist sind sie unvollkommen.

		Gemessen:	Berechnet*):
$c : p =$	$(001)(1\bar{1}0) =$	*70⁰ 0′	—
$c : q =$	$(001)(110) =$	*86 41	—
$p : q =$	$(1\bar{1}0)(110) =$	*66 43	—
$a : q =$	$(100)(110) =$	*40 33	—
$c : o,=$	$(001)(\bar{1}\bar{1}1) =$	*44 51	—
$c : a =$	$(001)(100) =$	74 7	74⁰ 20′
$c : b =$	$(001)(0\bar{1}0) =$	— —	78 42
$a : b =$	$(100)(0\bar{1}0) =$	67 0	66 49
$b : p =$	$(1\bar{1}0)(0\bar{1}0) =$	— —	42 6
$s : q,=$	$(\bar{2}\bar{5}0)(\bar{1}\bar{1}0) =$	36 42	37 43

Vollkommen spaltbar nach o, minder deutlich nach q. Die Auslöschungsrichtungen auf q schneiden die Kante aq unter circa 12⁰ bezw. 102⁰. Auf der Fläche q sehr dünner Tafeln ist ein Axenbild im convergenten polarisirten Lichte sichtbar.

---

*) Der Berechnung des Axensystems wurden die besser ausgebildeten und stets vorhandenen Flächen des Prismas statt der verticalen Pinakoide zu Grunde gelegt. Bei der Zeichnung wurde der spitze Declinationswinkel rechts gelegt, um es mehr zum Ausdrucke zu bringen, dass $\gamma < 90^\circ$.

18. **Serin** (Glyceraminsäure)

$$C_2H_3 \left\{ \begin{matrix} HO \\ H_2N \end{matrix} \right\} COHO.$$

Aus dem Laboratorium der technischen Hochschule München.

Monosymmetrisch. $a : b : c = 0{,}9660 : 1 : 0{,}5332$
$\beta = 79^0\ 45'$.

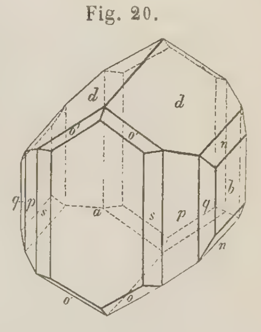


Fig. 20.

Aus wässriger Lösung sehr kleine, kurzsäulenförmige, zu radialstrahligen Warzen aggregirte Krystalle der Combination (Figur 20): $\infty\bar{P}\infty(100) = a$, $\infty\grave{P}\infty(010) = b$, $\grave{P}\infty(011) = d$, $\infty P(110) = p$, $\infty\bar{P}3(310) = s$, $\infty\grave{P}\frac{7}{3}(370) = q$, $\grave{P}\frac{7}{6}(67\bar{7}) = o$, $-\grave{P}\frac{7}{6}(677) = o'$, $2\grave{P}\infty(021) = n$.

Vollkommen spaltbar nach a. — Luftbeständig.

	Gemessen:	Berechnet:
$a : d = (100)(011) =$	$*80^0\ 56'$	—
$d : b = (011)(010) =$	$*62\ \ 19$	—
$a : s = (100)(310) =$	$*17\ \ 35$	—
$b : p = (010)(110) =$	$43\ \ 20$	$43^0\ 33'$
$b : n = (010)(021) =$	$43\ \ \ 0$	$43\ \ \ 9$
$d : d = (011)(0\bar{1}1) =$	— —	$55\ \ 22$
$d : o' = (011)(677) =$	$20\ \ 30$	$20\ \ 30$
$q : a = (370)(100) =$	$66\ \ \ 8$	$65\ \ 50$
$p : a = (110)(100) =$	$46\ \ 20$	$46\ \ 34$
$p : p = (1\bar{1}0)(\bar{1}\bar{1}0) =$	— —	$87\ \ \ 7$ (seitlich)
$o : a = (67\bar{7})(100) =$	$75\ \ 35$	$75\ \ 11$
$o' : a = (677)(100) =$	$60\ \ 25$	$60\ \ 26$
$s : s = (3\bar{1}0)(310) =$	— —	$35\ \ 10$ (an a)
$q : q = (3\bar{7}0)(370) =$	— —	$131\ \ 40$ (an a)

19. **Amidoglycerinsäure**

isomer mit der vorigen.

$$C_2H_3 \left\{ \begin{matrix} H^2N \\ HO \end{matrix} \right\} COHO.$$

Dargestellt von Herrn F. Kinkelin im Lab. der techn. Hochschule München.

Monosymmetrisch. $a : b : c = 1{,}3797 : 1 : ?$
$\beta = 87^0\ 22'$.

Aus wässriger Lösung sehr kleine, farblose, meist zu Krusten ver-

wachsene Krystalle der Form $\infty P . oP (110)(001)$. Die Flächen meist stark gekrümmt und verzerrt, nur die kleinsten Krystalle normal entwickelt. Sehr vollkommen spaltbar nach c. Ebene der optischen Axen $\infty \breve{P} \infty (010)$; durch die Fläche c dünner Blättchen ein Axenbild sichtbar. — Luftbeständig.

	Gemessen:
$(001)(100) =$	$88^0\ 27'$
$(110)(1\bar{1}0) =$	$108\quad 3$

XXXIII. Ueber die Aenderung der Brechungsexponenten isomorpher Mischungen mit deren chemischer Zusammensetzung.

Von

Andreas Fock in Strassburg i. Els.

Bekanntlich haben manche isomorphe Substanzen ausser ähnlicher Krystallform auch analoge optische Eigenschaften: das Zeichen der Doppelbrechung ist dasselbe, und die optischen Elasticitätsaxen correspondiren ihrer Grösse nach. Auf einem allgemeinen Gesetz aber scheint diese Uebereinstimmung nach den Untersuchungen von Sénarmont, Grailich, Topsøe und Christiansen nicht zu beruhen; denn es giebt eine ganze Reihe von isomorphen Gruppen, bei denen obige Analogie nicht stattfindet. Wie nun bei isomorphen Mischungen von Körpern der letzteren Art der Uebergang zwischen den optischen Eigenschaften der Componenten erfolgt, darüber hat schon Sénarmont Versuche angestellt, indess nur qualitative; er fand, dass der Uebergang ein allmäliger sei. Zu ähnlichen Resultaten gelangte Tschermak*) betreffs der Aenderung des optischen Axenwinkels der Pyroxene mit ihrem Eisengehalt.

In neuester Zeit ist die Frage, wie sich bei isomorphen Mischungen die optischen Constanten mit der Zusammensetzung ändern, auch quantitativ in Angriff genommen worden, und zwar von Herrn Dufet**). Derselbe hat die Mischungen von schwefelsaurem Magnesium und schwefelsaurem Nickel untersucht und für den mittleren Brechungsexponenten gefunden, dass er sich proportional mit dem Gehalt an Aequivalenten schwefelsauren Nickels ändere. Er bezeichnet dieses Gesetz jedoch selbst als ein angenähertes, welches nur für solche isomorphen Substanzen, deren Formen absolut identisch sind (das wären lediglich die regulär krystalli-

*) Mineralog. Mittheil. 1871, S. 18.

) Compt. rend. **86, 881. Bulletin d. l. soc. min. d. France, 1878, S. 58. Diese Zeitschr. **3**, 431.

sirenden Körper), exacte Gültigkeit besitze. Bedenkt man indess die Schwierigkeiten und die grossen Fehlerquellen, mit denen die Bestimmung der optischen Constanten bei isomorphen Mischungen verknüpft ist, so wird der Schluss auf ein solches Gesetz aus einer einzigen Beobachtungsreihe vielleicht als gewagt erscheinen. Gewöhnlich sind die Unterschiede in den entsprechenden Brechungsexponenten der beiden isomorphen Körper gering, so dass einer kleinen Aenderung in den optischen Eigenschaften eine bedeutende Aenderung in der chemischen Zusammensetzung entspricht. Dazu kommt dann noch, dass Mischkrystalle meistens recht inhomogen sind, die Bestimmung ihrer Brechungsexponenten demnach noch weniger genau ist, als die der reinen Salze, bei welchen schon häufig die dritte Decimale nur durch Anstellung einer grösseren Anzahl von Messungen mit Sicherheit ermittelt werden kann.

Aus diesen Bemerkungen geht hervor, dass die Bestimmung der chemischen Zusammensetzung der Mischung verhältnissmässig eine weit genauere ist, als die der Brechungsexponenten; so entspricht z. B. bei den von Herrn Dufet gewählten Substanzen einer Aenderung des Brechungsexponenten um eine Einheit der dritten Decimale ungefähr eine Aenderung in der chemischen Zusammensetzung von 4%. Will man also mit grösserer Aussicht auf Erfolg die Aenderung der optischen Constanten mit der chemischen Zusammensetzung in isomorphen Mischungen verfolgen, so müssen solche Körper gewählt werden, deren entsprechende Brechungsexponenten grosse Differenzen zeigen.

Es ist der Zweck der vorliegenden Untersuchung, die Brechungsexponenten solcher Mischungsreihen zu bestimmen, die diesen Bedingungen genügen. Ferner schien es nothwendig, bei doppelbrechenden Substanzen nicht nur den mittleren Brechungsexponenten, wie es Dufet gethan hat, zu messen, sondern eine vollständige Ermittelung aller optischen Constanten auszuführen. Obgleich kaum die Hälfte des so in Angriff genommenen Materials Krystalle lieferte, die den an sie zu stellenden Anforderungen genügten, gelang es doch, eine Mischungsreihe zweier isotroper, ferner eine solche zweier einaxiger und endlich, wenn auch weniger vollständig, eine solche von zwei isomorphen zweiaxigen Körpern in hinreichenden Krystallen zu erhalten.

Darstellung der verwendeten Krystalle.

Bekanntlich krystallisiren isomorphe Körper nur selten in dem Verhältniss aus, in welchem sie in der Lösung gemischt waren, und zwar um so weniger, je grösser die Differenz ihrer Löslichkeit ist. Aus den Versuchen von Rammelsberg*) und Mosheim**) geht dies mit grosser

*) Pogg. Ann. **91**, 321.

**) Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der preuss. Rheinlande IX. Jahrg.

Schärfe hervor; andere Umstände scheinen nur von secundärem Einflusse zu sein. Nun aber ändert sich die Löslichkeit meistens bedeutend mit der Temperatur, und dass diese Aenderung bei isomorphen Substanzen gleich sei, scheint nach den freilich sehr wenigen vorliegenden Angaben keineswegs zuzutreffen. Um also chemisch homogene Krystalle zu gewinnen, wäre es vor Allem erforderlich, die Zusammensetzung der Lösung annähernd constant zu erhalten, d. h. gerade so viel von dem sich am meisten ausscheidenden Körper hinzuzusetzen, dass sein Verhältniss zu dem andern, in Lösung befindlichen, dasselbe bleibt. Dann aber käme es darauf an, die Temperatur der Lösung während des Krystallisationsprocesses constant zu erhalten.

Die erste Bedingung ist wohl schwerlich ganz zu erfüllen; man kann sich ihr aber in genügendem Grade nähern, wenn man möglichst grosse Quantitäten zur Krystallisation benutzt und dann dafür Sorge trägt, dass sich nur wenige Individuen bilden.

Mischungen von isotropen Substanzen.

Durch die Güte des Herrn Dr. Wulff in Karlsruhe war ich in der Lage, einige von ihm dargestellte Mischkrystalle von salpetersaurem Baryum und salpetersaurem Strontium untersuchen zu können. Bei dieser Gelegenheit bestimmte ich auch die Brechungsexponenten der reinen Salze, und zwar mit Hülfe des Totalreflectometers unter Benutzung von Natriumlicht. Es wurde gefunden für Baryumnitrat:

$$
\begin{aligned}
n = \; & 1,5714 \\
& 1,5716 \\
& 1,5718 \\
\hline
\text{Mittel} \; & 1,5716
\end{aligned}
$$

Topsøe und Christiansen geben an:

$$n = 1,5711.$$

Von dem salpetersauren Strontium war bis jetzt, wenigstens soweit mir bekannt, der Brechungsexponent noch nicht bestimmt worden. Bekanntlich krystallisirt dieses Salz bei gewöhnlicher Temperatur mit vier Molekülen Krystallwasser im monosymmetrischen Systeme und nur aus warmen Lösungen scheidet es sich wasserfrei in Cubooktaëdern ab. Aus diesem Grunde hält es schwer, grössere Krystalle des Salzes zu erhalten. Die hier benutzten waren beim Verdunsten einer Lösung bei 60—70° im Thermostaten erhalten.

Es wurde gefunden:

$$n = 1{,}5683$$
$$1{,}5659$$
$$1{,}5664$$
$$1{,}5663$$
$$\text{Mittel } 1{,}5667$$

Wegen der geringen Differenz (0,0044) in den Brechungsexponenten der reinen Salze schien mir eine Untersuchung der Mischungen nicht vortheilhaft. Die an einigen derselben dennoch vorgenommenen Messungen ergaben Werthe, welche fast mit dem des salpetersauren Bariums übereinstimmten.

Ferner wurden von isotropen Krystallen noch Mischungen von Thalliumalaun und Kaliumalaun untersucht; die hierbei erhaltenen Resultate sollen in einem späteren Abschnitt mitgetheilt werden.

Mischungen von einaxigen Substanzen.

1) Versuche mit saurem arsensaurem und saurem phosphorsaurem Kalium:

KH^2AsO^4, tetragonal.

Axenverhältniss (Topsøe):

$$a : c = 1 : 0{,}6633.$$

Formen: $\infty P(110)$ und $oP(001)$.

Brechungsexponenten für die Linie D nach Topsøe und Christiansen:

ε	ω
1,5179	1,5674

KH^2PO^4, tetragonal.

Axenverhältniss (Mitscherlich):

$$a : c = 1 : 0{,}7124.$$

Brechungsexponenten für die Linie D (Topsøe und Christiansen):

ε	ω
1,4792	1,5246

Die einfachen Salze wurden leicht in genügenden Krystallen erhalten; bei den Mischungen scheint dies aber mit grossen Schwierigkeiten verbunden zu sein. Ich erhielt nur gestraubte Formen, an denen kaum eine Fläche zu unterscheiden war.

Versuche mit basisch oder sauer gemachten Lösungen gaben gleichfalls kein besseres Resultat. Dagegen resultirten vollständig ausgebildete Individuen, wenn der Krystallisationsprocess bei einer Temperatur von 60—70° vor sich ging. Die Ausbildung dieser Krystalle war ganz dieselbe, wie bei den reinen Salzen; sie zeigten nur (110) und (111); für eine vollständige optische Untersuchung waren dieselben indess zu klein.

Bei zwei anderen isomorphen Substanzen, dem unterschwefelsauren Strontium und dem unterschwefelsauren Blei, gelang es, eine vollständige Mischungsreihe in genügenden Krystallen herzustellen; es soll darüber weiter unten berichtet werden.

Mischungen von zweiaxigen Substanzen.

1) Versuche mit schwefelsaurem Kalium und chromsaurem Kalium:

K^2SO^4, rhombisch.

Axenverhältniss:

$$a : b : c = 0,5727 : 1 : 0,7464.$$

Formen: $oP(001)$, $\infty P(110)$, $\breve{P}\infty(011)$, $2\breve{P}\infty(021)$.

Spaltbarkeit unvollkommen nach dem Brachypinakoid und der Basis.

Optische Axenebene $\infty\bar{P}\infty(100)$.

Erste Mittellinie Axe c; $\varrho < v$.

Die Brechungsexponenten betragen nach Topsøe und Christiansen:

	α	β	γ
D:	1,4932	1,4946	1,4980

$$2V = 67^0\ 4'$$

K^2CrO^4, rhombisch.

Axenverhältniss:

$$a : b : c = 0,5695 : 1 : 0,7296.$$

Formen ganz dieselben wie beim schwefelsauren Salz.

Optische Axenebene $\infty\bar{P}\infty(100)$.

Axe b = erste Mittellinie.

Der mittlere Brechungsexponent β beträgt nach Topsøe und Christiansen für D: 1,7254

$$2V = 51^0\ 40'.$$

Wie man sieht, existirt bei diesen beiden Substanzen eine recht grosse Differenz der Brechungsexponenten (0,2308 für β), so dass eine vollständige Mischungsreihe sehr erwünscht wäre. Ein Zusammenkrystallisiren der reinen Salze gelingt auch mit grosser Leichtigkeit, und es wurden wiederholt Individuen von 1 cm Durchmesser und darüber erhalten. Leider waren dieselben jedoch so wenig homogen, dass sie für die vorliegende Untersuchung unmöglich verwendet werden konnten. Der Unterschied von K^2SO^4 und K^2CrO^4 in Bezug auf ihre Löslichkeit in Wasser ist eben so erheblich, dass es mit diesem Lösungsmittel kaum gelingen dürfte, grössere Krystalle zu erhalten, welche in ihren verschiedenen Schichten nicht um mehrere Procent in der Zusammensetzung differiren.

Die Formen, welche an den Mischungen auftreten, sind ganz die gleichen, wie bei den reinen Salzen; auch Zwillinge sind nicht selten. Die Flächen, wenn auch spiegelnd, zeigten viele Risse, die sich nach dem Innern

des Krystalls fortsetzten, so dass, wenn ein grösseres Individuum einige Zeit aus der Lösung herausgenommen wurde, es in Stücke zerfiel, wenn nicht von selbst, so doch beim Anschleifen. Ihre physikalische Homogenität genügte also eben so wenig wie ihre chemische, und die daran beabsichtigte Untersuchung musste auch schon aus diesem Grunde unterbleiben.

2) Ueber die an den entsprechenden Magnesiumsalzen derselben beiden Säuren angestellten Versuche soll, da sie zu einem Resultate führten, in einem späteren Abschnitt berichtet werden.

3) Endlich wurden noch Krystallisationsversuche mit Kaliumsalpeter und Thalliumsalpeter gemacht. Diese beiden Substanzen zeigen ganz ähnliche Krystallform, ihre optische Orientirung ist indessen nicht dieselbe. Während beim Kaliumsalpeter die Ebene der optischen Axen dem Makropinakoid entspricht, steht sie beim Thalliumsalpeter senkrecht darauf und entspricht dem Brachypinakoid. Die Differenz in den Brechungsexponenten ist hier ausserordentlich gross; sie beläuft sich für den mittleren Brechungsexponenten auf 0,483. Es war demnach sehr wünschenswerth, von diesen Substanzen eine Mischungsreihe zu erhalten; aber trotz aller Bemühungen wollte es nicht gelingen; theils setzte sich der am schwersten lösliche Thalliumsalpeter als feste Kruste an den Gefässwänden ab, und die sich später am Grunde bildenden klaren Krystalle enthielten keine Spur von Thallium: theils bildeten sich zwar Mischkrystalle, dieselben waren aber so klein und trübe, dass an eine Benutzung für optische Zwecke nicht zu denken war. Sehr häufig traten dabei auch Wachsthumserscheinungen auf, ähnlich denen des Markasit, indem die Krystalle sich zu kammartigen Gruppen vereinigten.

Von den angeführten isomorphen Substanzen bleiben demnach nur drei Paare übrig, welche die beabsichtigte Untersuchung durchzuführen erlaubten.

Zur Bestimmung der Brechungsexponenten.

Was die Bestimmung der Brechungsexponenten betrifft, welche in dieser Arbeit vorliegen, so sind die meisten mit einem Kohlrausch'schen Totalreflectometer ermittelt; einige wenige auch gleichzeitig mit Hülfe von orientirt geschliffenen Prismen. Im letzteren Falle wurde als Spectrometer ein Fuess'sches Goniometer, welches eine halbe Minute abzulesen gestattete, benutzt. Das Totalreflectometer war von Herrn Apel in Göttingen construirt; sein Limbus erlaubte eine Ablesung auf drei Minuten, indessen war die einzelne Minute noch zu schätzen.

Bekanntlich kann man mit dem Totalreflectometer an einer Fläche die Geschwindigkeit bestimmen, mit welcher sich ein Lichtstrahl in derselben fortpflanzt. Man misst den Grenzwinkel φ der totalen Reflexion, und ist N

der Brechungsexponent der benutzten Flüssigkeit, so berechnet sich derjenige des untersuchten Körpers n nach der Formel

$$n = N \, . \, \sin \varphi .$$

Hat man es mit optisch isotropen Substanzen zu thun, so ist es ganz beliebig, welche Fläche man zur Bestimmung wählt; es ist nur erforderlich, dass sie richtig justirt ist, d. h. senkrecht zur Beobachtungsebene steht.

Bei doppeltbrechenden Substanzen bestimmt man die Brechungsexponenten an Flächen, welche einem optischen Hauptschnitt entsprechen, die also zwei der optischen Elasticitätsaxen enthalten. Hier ist es nun allgemein erforderlich, dass eine optische Elasticitätsaxe in der Beobachtungsebene liege; dadurch ist dann die andere, vorausgesetzt, dass die Fläche schon justirt war, als senkrecht darauf bestimmt. Man kann dies auf zweierlei Art bewerkstelligen.

Ist die Richtung der optischen Elasticitätsaxen durch die Krystallform genau vorgezeichnet, so braucht man eine derselben nur horizontal oder vertikal einzustellen, d. h. wenn das Beobachtungsfernrohr selbst horizontal gerichtet ist. Andererseits kann man in der Weise verfahren, dass man die Fläche, nachdem sie justirt ist, in ihrer eigenen Ebene so lange dreht, bis der Grenzwinkel der Totalreflexion ein Maximum erreicht hat.

Da die benutzten Krystalle die Richtung der optischen Elasticitätsaxen mit Sicherheit erkennen liessen, und die Flächen meistens nur schlecht spiegelten, so wurde die erstere Methode angewandt. Sie schien unter diesen Umständen die genauesten Resultate zu geben, da es weniger vortheilhaft ist, auf ein Maximum des Winkels der Totalreflexion einzustellen, wenn die Grenzen nicht ganz scharf sind.

Bei einaxigen Krystallen braucht man indess in einem Falle nicht auf die Lage der optischen Elasticitätsaxen zu achten und erhält trotzdem beide Brechungsexponenten richtig. Dieser Fall tritt ein, wenn die benutzte Fläche der Basis entspricht; alsdann sind die beiden Grenzcurven der Totalreflexion zwei sich umhüllende concentrische Kreise. Man hat also nur darauf zu achten, dass die benutzte Fläche (die Basis) senkrecht stehe zur Beobachtungsebene. Um dies zu bewerkstelligen, wurde mit Vortheil die beim Justiren von Krystallflächen auf dem Goniometer benutzte Methode angewendet. In einiger Entfernung von dem Totalreflectometer brachte man eine kleine leuchtende Flamme an, und zwar in gleicher Höhe mit dem Beobachtungsfernrohr. Passirte alsdann beim Drehen des Krystalls das von der zu justirenden Fläche reflectirte Bild jener Flamme die Mitte des Fadenkreuzes, so war die Fläche richtig eingestellt, andererseits musste sie so lange verschoben werden, bis dieses eintrat.

Die Beobachtung geschah im Allgemeinen in der von Kohlrausch angegebenen Weise, nur die Mikrometerscala im Fernrohr wurde nicht benutzt, so sehr sich sonst auch diese Methode empfiehlt, weil die Grenzen der Totalreflexion nur selten so scharf waren, dass man sie im Zustande

der Ruhe genau fixiren konnte. Eine genügend genaue Einstellung war meistens auch nur in der Mitte des Gesichtsfeldes möglich, und endlich lagen auch die Grenzen der Totalreflexion bei etwas stärkerer Doppelbrechung schon um die Hälfte des Gesichtsfeldes auseinander.

Als Flüssigkeit für das Totalreflectometer ist gewöhnlich Schwefelkohlenstoff in Gebrauch gewesen, vielleicht vereinzelt auch Cassiaöl. Es sind dies von allen bequem verwendbaren Flüssigkeiten diejenigen, welche, soweit mir bekannt, die höchsten Brechungsexponenten besitzen, nämlich:

Schwefelkohlenstoff = 1,62770 bei 20° (Kohlrausch)
Cassiaöl = 1,641

Da man nun mit Hülfe des Totalreflectometers nur solche Brechungsexponenten bestimmen kann, welche kleiner sind, als derjenige der benutzten Flüssigkeit, so wäre es gewiss von grossem Interesse, geeignete Fluida zu finden, welche einen möglichst hohen Brechungsexponenten besitzen. Ich bin nun in der Lage gewesen, einige Substanzen darauf hin prüfen zu können, und habe auch zwei gefunden, die einen höheren Brechungsexponenten aufweisen, als Schwefelkohlenstoff. Herr Privatdocent Dr. G. Schultz war so freundlich, diese Substanzen darzustellen, wofür ich ihm bestens danke. Es sind dies Phenylsenföl und Monobromnaphtalin.

Das Phenylsenföl $C^6H^5N.CS$ ist eine farblose, dem Senföl ähnlich riechende Flüssigkeit; es siedet bei 222°. Den Brechungsexponenten habe ich für Na-Licht in einem Temperaturintervall von 7° bestimmt und gefunden:

$$n = 1,65039 \text{ bei } 12^0.$$

Steigt die Temperatur um einen Grad, so verringert sich der Brechungsexponent um 5,0 Einheiten der vierten Decimale.

α-Monobromnaphtalin $C^{10}H^7Br$. Dasselbe ist eine farblose, ölige Flüssigkeit von schwachem Geruch; Siedepunkt 277°; spec. Gewicht 1,503 bei 12°. Es mischt sich nicht mit Wasser, dagegen löst es leicht organische Substanzen, wie Oele, Fette, Lack etc.

Vor dem Schwefelkohlenstoff hat es manche Vorzüge: es ist nicht gefährlich, da es seines hohen Siedepunktes halber nicht entzündet werden kann; während man aus dem Schwefelkohlenstoff die untersuchten Krystalle nicht herausnehmen kann, ohne die Politur der Flächen zu zerstören, indem sich beim Verdunsten der so sehr flüchtigen Flüssigkeit Wasser darauf niederschlägt, darf hier ein solches Verfahren ohne Schaden für die Krystallplatten geschehen. Die Hauptvorzüge bestehen aber in dem höheren Brechungsexponenten und vor allen Dingen in dem Umstande, dass sich derselbe weit weniger mit der Temperatur ändert. Während beim Schwefelkohlenstoff eine Aenderung der Temperatur um einen Grad eine solche von 7,8 Einheiten der vierten Decimale in dem Brechungsexponenten bedingt, ist hier die Wirkung beinahe auf die Hälfte reducirt.

Andererseits will ich nicht verhehlen, dass sich auch Unannehmlich-

keiten einstellten, welche indessen bei ganz reiner Substanz nicht beobachtet wurden. So passirte es anfangs wiederholt, dass die Flüssigkeit braun wurde. Ob dies durch aufgelöste organische Substanz, etwa Lack, welcher sich an dem benutzten Gefäss befand, oder durch eine partielle Zersetzung der Flüssigkeit hervorgerufen wurde, konnte nicht endgültig entschieden werden, es fand sich aber, dass ein Stück metallischen Kupfers eine Bräunung bewirkte. Aus diesem Grunde wurden diejenigen Messingtheile des Apparats, welche mit der Flüssigkeit in Berührung kommen, versilbert. Das gebräunte oder gelb gefärbte Bromnaphtalin lässt sich leicht durch Destilliren reinigen; es siedet ganz unzersetzt bei 277⁰. Dabei ist eine Aenderung des Brechungsexponenten nicht zu befürchten; nach mehrfach wiederholter Destillation konnte ich nicht die geringste Abweichung constatiren.

Sorgfältig gereinigtes Bromnaphtalin, wie ich es später aus der Fabrik des Herrn Dr. Schuchardt in Görlitz bezog, hat nichts von diesen Unannehmlichkeiten gezeigt.

Die im Folgenden angeführten Werthe beziehen sich auf die erste, etwas Naphtalin aufgelöst enthaltende Substanz; sie haben den Zweck, die Aenderung in der Brechung des Lichts mit der Temperatur zu zeigen. Bei einer Temperatur von — 20⁰ wurde das Monobromnaphtalin fest.

Temperatur	$\frac{\delta}{2}$ = Minimum der Ablenkung	△ = Differenz für 1⁰ C.	Corrigirte Werthe für Temperatur von 8⁰
— 11⁰	26⁰ 42′ 0″		26⁰ 14′ 46″
— 10	— 40 37½	1′ 22½″	— 14 39½
— 8	— 37 30	1 34	— — 34
— 7	— 36 0	1 30	— — 39
— 6	— 34 52½	1 7½	— — 48½
— 5	— 33 15	1 37½	— — 37
— 4	— 31 22½	1 52½	— — 10½
— 3	— 29 45	1 37½	— 13 59
— 2	— 28 15	1 30	— — 55
— 0,5	— 26 0	1 30	— — 49
0	— 25 15	1 30	— — 47
+ 2	— 22 0	1 37½	— — 24
+ 4	— 18 45	1 37½	— — 1
+ 6,5	— 15 37½	1 15	— — 28½
+ 7,25	— 13 52½	1 24	— 12 48
+ 8	— 13 0	1 6	— 13′ 0
+ 9	— 11 45	1 15	— — 11
+ 10	— 10 22½	1 22½	— — 14½
+ 12	— 7 22½	1 30	— — 6½
+ 13	— 5 52½	1 30	— — 2½
+ 14	— 4 37½	1 15	— — 13½
+ 15	— 3 7½	1 30	— — 9½
+ 16	— 1 45	1 22½	— — 13
+ 17	— 0 22½	1 22½	— — 18½
+ 19,2	25 57 0	1 27½	— — 3
+ 23	— 52 15	1 15	— — 45
+ 24	— 50 45	1 30	— — 41
+ 25	— 49 22½	1 22½	— — 44½
+ 26	— 48 0	1 22½	— — 48
		Mittel 1′ 26″	Mittel 26⁰ 13′ 41,4″

Wie man sieht, schwankt die Differenz in der Ablenkung von Grad zu Grad noch bedeutend, indessen liegt der Grund dieser Schwankungen wohl in der fehlerhaften Bestimmung der Temperatur, da diese sich gewöhnlich während der Messung um einen halben Grad änderte. Im Allgemeinen kann man also die Aenderung als proportional mit der Temperatur ansehen. Unter dieser Voraussetzung sind die sämmtlichen Messungen auf eine mittlere Temperatur von $+ 8^0$ zurückgeführt und so in der vierten Spalte der Tabelle angegeben. Dabei tritt allerdings deutlich hervor, dass sich die Abhängigkeit des Brechungsexponenten von der Temperatur nicht genau durch eine Gerade darstellen lässt, aber für die Zwecke des Totalreflectometers darf man sich gewiss bei der obigen Annäherung begnügen.

Alsdann berechnet sich der Brechungsexponent für $+ 8^0$, da der brechende Winkel $59^0\,59'\,30''$ betrug, zu

1,66264

und die Aenderung für 1^0 C. zu 0,0005. Interpolirt man indessen nur für die Grade 15—26, als diejenigen, welche die Grenztemperaturen angeben, zwischen denen man gewöhnlich misst, so reducirt sich die Aenderung für einen Grad auf 0,00045.

Das von Herrn Dr. Schuchardt bezogene Monobromnaphtalin zeigte fast ganz dieselben Brechungsexponenten. Die Differenz beschränkte sich auf einige Stellen der vierten Decimale. Mit Hülfe des Schuchardt'schen Präparates sind die in dieser Arbeit vorliegenden Brechungsexponenten bestimmt worden.

Mischungen von Kaliumalaun und Thalliumalaun.

Wegen ihrer leichten Krystallisirbarkeit eignen sich die Alaune sehr gut für Untersuchungen von der Art der vorliegenden; weniger günstig erscheint der Umstand, dass sie in optischer Beziehung vielfach Unregelmässigkeiten zeigen; fast alle sind schwach doppeltbrechend, und besonders trifft dies bei Mischkrystallen zu. Indessen zeigte sich doch, dass dies Verhalten bei der hier behandelten Frage von keinem merklichen Einfluss war; in vielen Fällen erwies sich die Doppelbrechung an den benutzten Krystallen auch so schwach, dass sie kaum zu erkennen war. Die Differenz zwischen den Brechungsexponenten der beiden reinen Salze beträgt 0,0331, so dass einer Aenderung von 3% in der Zusammensetzung ungefähr eine Aenderung des Brechungsexponenten um eine Einheit der dritten Decimale gleichkommt.

Die dargestellten Krystalle zeigten alle vorherrschend das Oktaëder; daneben traten aber regelmässig die Würfelflächen und das Dodekaëder auf. Auf ihre chemische Homogenität, d. h. darauf, ob die verschiedenen Schichten des Krystalls dieselbe procentische Zusammensetzung haben, sind zwei Mischungen in folgender Weise untersucht worden. Einige grössere Kry-

stalle wurden kurze Zeit in Wasser gelegt, bis sich eine dünne Schicht aufgelöst hatte; alsdann wurde die Lösung, nachdem die Krystalle herausgenommen, eingedampft, der Alaun wasserfrei gewogen und darauf sein Thalliumgehalt bestimmt. Von den herausgenommenen Krystallen wurde dann noch der grössere Theil aufgelöst, und der restirende Kern gleichfalls einer Thalliumbestimmung unterworfen. Da sich in beiden Fällen keine Differenzen ergaben, die mehr als 0,5% betrugen, so wurden die Mischungen für genügend homogen erachtet.

Die Analysen wurden in der Weise ausgeführt, dass das Thallium als TlJ auf getrocknetem Filter bestimmt wurde; eine Correctur für die schwache Löslichkeit des TlJ wurde nicht angebracht. Die zur Analyse benutzte Menge Alaun wurde wasserfrei gewogen, da sich herausstellte, dass der Wassergehalt (wohl in Folge von Flüssigkeitseinschlüssen) häufig erheblich (bis zu 2%) von dem normalen abwich.

Die Brechungsexponenten sind bei dieser Reihe sämmtlich mit dem Totalreflectometer bestimmt, und zwar meistens an einer natürlichen Oktaëderfläche. Gewöhnlich wurden drei Krystalle einer Mischung untersucht und nur in den Fällen, wo sich eine grössere Differenz unter den einzelnen Messungen herausstellte, noch mehr.

Im Nachfolgenden sind die einzelnen Messungen aufgeführt und das daraus hervorgehende Mittel mit dem nach dem Dufet'schen Gesetz*) berechneten Werth verglichen.

Kaliumalaun. Es wurde gefunden:

---

*) Die von Herrn Dufet angegebene Formel lautet:

$$N = \frac{pn + p'n'}{p + p'}$$

wo N den Brechungsexponenten der Mischung, n und n' diejenigen der Componenten und p und p' die den letztern entsprechenden Aequivalente bezeichnen.

Für die Berechnung kann man die Formel etwas bequemer machen: Setzt man zu dem Zweck

$$p + p' = 100, \text{ so ist}$$
$$p' = 100 - p$$

also

$$N = n' + p\,\frac{(n - n')}{100}$$

$\frac{n - n'}{100}$ ist eine Constante, die in jede Rechnung eingeht; bezeichnen wir sie daher mit α, so ergiebt sich, wenn wir gleichzeitig den Index von n fallen lassen:

$$N = n + \alpha p$$

wo α die Differenz zwischen den entsprechenden Brechungsexponenten der beiden reinen Salze, dividirt durch 100, bezeichnet, n den kleinern der beiden Brechungsexponenten, und p angiebt, wie viel Aequivalente der Substanz mit höherem Brechungsexponenten in 100 Theilen der Mischung enthalten sind.

$$n = 1{,}4556$$
$$1{,}4550$$
$$1{,}4554$$
$$1{,}4563$$
$$1{,}4560$$
Mittel 1,4557

Kohlrausch fand (ebenfalls mit dem Totalreflectometer):

$$n = 1{,}4563$$

Grailich mit Hülfe von Prismen:

$$n = 1{,}4549$$

Thalliumalaun. Der benutzte Alaun wurde auf seine Reinheit geprüft. Die Analyse ergab 99,3% Thalliumalaun. Soweit mir bekannt, war der Brechungsexponent bis jetzt noch nicht bestimmt.

Es wurde gefunden:

$$n = 1{,}4889$$
$$1{,}4889$$
$$1{,}4890$$
$$1{,}4887$$
$$1{,}4883$$
$$1{,}4889$$
Mittel 1,4888

Mischung 1, enthaltend auf 100 Moleküle oder Aequivalente 9,3 Moleküle oder Aequivalente Thalliumalaun:

$$n = 1{,}4606$$
$$1{,}4595$$
$$1{,}4606$$
Mittel 1,4602

Berechnet $n = 1{,}4588$

Mischung 2, enthaltend 14,3 Aequivalente Thalliumalaun:

$$n = 1{,}4629$$
$$1{,}4629$$
$$1{,}4622$$
Mittel 1,4627

Berechnet $n = 1{,}4604$

Mischung 3, enthaltend 32,7 Aequivalente Thalliumalaun:

$$n = 1{,}4696$$
$$1{,}4703$$
$$1{,}4701$$
Mittel 1,4700

Berechnet $n = 1{,}4665$

Mischung 4, enthaltend 57,8 Aequivalente Thalliumalaun:

$$n = 1{,}4765$$
1,4764
1,4764

Mittel 1,4764

Berechnet $n = 1{,}4748$

Mischung 5, enthaltend 71,4 Aequivalente Thalliumalaun:

$$n = 1{,}4847$$
1,4857
1,4843
1,4843

Mittel 1,4847

Berechnet $n = 1{,}4793$

Mischung 6, enthaltend 78,4 Aequivalente Thalliumalaun:

$$n = 1{,}4879$$
1,4868
1,4855

Mittel 1,4867

Berechnet 1,4816

Mischung 7, enthaltend 85,8 Aequivalente Thalliumalaun:

$$n = 1{,}4923$$
1,4911
1,4928
1,4943
1,4923

Mittel 1,4926

Berechnet $n = 1{,}4841$

Mischung 8, enthaltend 88,0 Aequivalente Thalliumalaun:

$$n = 1{,}4936$$
1,4930
1,4932
1,4909

Mittel 1,4927

Berechnet 1,4848

Die nachfolgende Tabelle enthält die soeben angeführten Daten zusammengestellt:

Nummer der Mischung	100 Moleküle der Mischung enthalten Thalliumalaun	Brechungs-exponent gemessen	Brechungs-exponent berechnet	Differenz
—	0	1,4557	—	—
1	9,3	1,4602	1,4588	14
2	14,3	1,4627	1,4604	23
3	32,7	1,4700	1,4665	35
4	57,8	1,4764	1,4748	16
5	71,4	1,4847	1,4793	54
6	78,4	1,4867	1,4816	51
7	85,8	1,4926	1,4841	85
8	88,0	1,4927	1,4848	79
—	100	1,4888	—	—

Wie man sieht, nehmen die Brechungsexponenten der Mischung in weit stärkerem Verhältniss mit dem Zusatz von Thalliumalaun zu, als es der Dufet'schen Formel entspricht. Die Verschiedenheit hat ein Minimum bei ungefähr gleichen Gemengtheilen (vierte Mischung) und steigt dann so bedeutend, dass die Mischungen mit über 80 Aequivalenten Thalliumalaun einen grösseren Brechungsexponenten zeigen, als das reine Thalliumsalz.

Mischungen von unterschwefelsaurem Blei und Strontium.

Diese Salze krystallisiren hexagonal und zwar in der trapezoëdrischen Tetartoëdrie:

$$Sr\,S^2O^6 + 4\text{ aq.}$$

Axenverhältniss $a : c = 1 : 1{,}5024$.

Die erhaltenen Krystalle hatten die gewöhnliche Ausbildung; sie waren tafelförmig nach der Basis und zeigten $+R$ und $-R$ in gleicher Grösse. Doppelbrechung schwach, negativ. Die Brechungsexponenten wurden von Topsøe und Christiansen bestimmt:

	ω	ε
C	1,5266	1,5232
D	1,5296	1,5252
F	1,5371	1,5312

$$Pb\,S^2O^6 + 4\text{ aq.}$$

Axenverhältniss $a : c = 1 : 1{,}5169$.

Die Ausbildung der Krystalle war ganz dieselbe, wie diejenige beim Strontiumsalz; Doppelbrechung positiv. Die Brechungsexponenten betragen nach Topsøe und Christiansen:

	ω	ε
C	1,6295	1,6492
D	1,6351	1,6531
F	1,6484	1,6666

Wie man sieht, ist die Differenz der Brechungsexponenten hier sehr beträchtlich, nämlich 0,1055 für den ordentlichen und 0,1279 für den ausserordentlichen Strahl. Demnach würde ungefähr eine Aenderung des Brechungsexponenten um eine Einheit der dritten Decimale einer Aenderung von 1 % in der Zusammensetzung entsprechen.

Die Mischkrystalle aus diesen beiden Salzen haben ganz dieselbe Ausbildung, wie die der reinen Verbindungen; sie sind sämmtlich tafelförmig nach der Basis. Dieser Umstand war für den vorliegenden Zweck sehr vortheilhaft, indem man so an einer natürlichen Krystallfläche beide Brechungsexponenten bestimmen konnte.

Es ist nicht schwierig, von diesen Mischungen grosse Krystalle zu erhalten; leider sind sie aber dann, wie ich wiederholt fand, chemisch zu inhomogen. Dies kann man leicht in folgender Weise constatiren: Man bestimmt zunächst den Brechungsexponenten an der natürlichen Basis und schleift dann so viel ab, dass der Krystall auf die Hälfte seiner Dicke reducirt ist; an der so erhaltenen künstlichen Basis, welche die Zusammensetzung im Innern des Krystalls repräsentirt, bestimmt man dann abermals den Brechungsexponenten. Die Differenzen der so erhaltenen Werthe betrugen bei einigen Mischungen, bei denen freilich die Lösung fast ganz verdunstet war, mehrere Stellen der zweiten Decimale. Mit solchen Krystallen war natürlich nicht zu operiren. Ich begnügte mich deshalb mit möglichst kleinen dünnen Individuen, und da grosse Portionen zum Krystallisiren benutzt wurden, so konnte das verwendete Material als vollständig genügend angesehen werden.

Die Zusammensetzung der Mischungen lässt sich mit ausreichender Genauigkeit aus dem Gewichtsverlust beim Glühen berechnen: Es entweichen dabei vier Moleküle H_2O und ein Molekül SO^2.

Die Berechnung geschieht in folgender Weise:

Bezeichne x die Anzahl der Moleküle oder Aequivalente des Bleisalzes, y diejenige der Moleküle oder Aequivalente des Strontiumsalzes, ferner:

$m = 319{,}5 =$ Molekulargewicht von $Sr\,S^2\,O^6 + 4$ aq
$n = 183{,}5 =$ - - $Sr\,S^2\,O^6$
$o = 303 =$ - - $Pb\,S^2\,O^6$
$p = 439 =$ - - $Pb\,S^2\,O^6 + 4$ aq.

Alsdann gilt:

$$px + my = a$$
$$ox + ny = b$$

wenn a und b die Menge Substanz vor und nach dem Glühen bezeichnen.

Daraus ergiebt sich, wenn $p - m = 119{,}5$ mit q bezeichnet wird,

$$\frac{x}{x+y} = \frac{mb - na}{q(a-b)}$$

und

$$\frac{y}{x+y} = \frac{oa - pb}{q(a-b)}$$

Differentiirt man diese Gleichungen, um einen Aufschluss über die Genauigkeit der Methode zu erhalten, so findet sich, dass ein Fehler f in der Bestimmung von a in folgender Weise auf das Resultat einwirkt, wenn F den dadurch hervorgerufenen Fehler bedeutet:

$$F = -f \frac{b(m-n)}{q(a-b)^2} = -f \frac{136}{119,5} \frac{b}{(a-b)^2}$$

Ein Fehler f' in der Bestimmung von b bewirkt folgenden Fehler F' im Resultat:

$$F' = +f' \frac{a(m-n)}{q(a-b)^2} = +f \frac{136}{119,5} \frac{a}{(a-b)^2}.$$

Demnach grösster möglicher Fehler:

$$F_g = \frac{136}{119,5} \frac{fb + f'a}{(a-b)^2}.$$

Da nun die benutzte Waage mit Sicherheit $\frac{2}{10}$ Milligramm angab, und ferner so viel Substanz genommen wurde, dass die Differenz $a - b = 0,5$ betrug, so konnten grössere Fehler im Resultat als $0,4\,^0/_0$ nicht vorkommen.

Dazu waren die Krystalle ganz frei von Flüssigkeitseinschlüssen, so dass die gleichen Bestimmungen, an dem reinen Salz vorgenommen, Werthe ergaben, welche mit den berechneten auf $^1/_{100}$ Procent übereinstimmten.

Indessen wurden zur Controle einige Mischungen noch in der Weise analysirt, dass, nachdem das Blei herausgefällt war, das Strontium als kohlensaures Salz bestimmt wurde. Bei den Mischungen mit höherem Bleigehalt traten dabei etwas grössere Differenzen auf, welche dadurch hervorgerufen wurden, dass dem benutzten PbS^2O^6 Spuren von CaS^2O^6 beigemengt waren. Hier war es deshalb erforderlich, die directe Trennungsmethode anzuwenden.

Die für das unterschwefelsaure Strontium gefundenen Brechungsexponenten stimmen sehr gut mit denjenigen von Topsøe und Christiansen überein; für das Bleisalz sollen die von den genannten Forschern angegebenen Werthe benutzt werden.

Es wurde gefunden:

$SrS^2O^6 + 4$ aq.

ω	ε
1,5289	1,5250
1,5294	1,5254
1,5297	1,5253
1,5293	1,5252

Topsøe und Christiansen geben an:

1,5296	1,5252

Mischung 1, enthaltend 6,5 Moleküle $Pb S^2 O^6 + 4$ aq auf 100:

ω	ε
1,5370	1,5332
1,5375	1,5338
1,5371	1,5331
1,5372	1,5334

Berechnet nach dem Dufet'schen Gesetz:

1,5365	1,5335

Mischung 2, enthaltend 14,1 Moleküle $Pb S^2 O^6 + 4$ aq auf 100:
Es wurde gefunden:

	ω	ε
	1,5449	1,5438
	1,5450	1,5434
	1,5445	1,5431
	1,5448	1,5434
Berechnet	1,5444	1,5429

Mischung 3, enthaltend 16,6 $Pb S^2 O^6 + 4$ aq:

	ω	ε
	1,5475	1,5471
	1,5473	1,5465
	1,5470	1,5470
	1,5473	1,5469
Berechnet	1,5471	1,5464

Während bei den Mischungen 1 und 2 die Doppelbrechung für alle Farben noch deutlich negativ war, konnte man hier für rothes Licht kaum noch das Zeichen derselben bestimmen; für blaues Licht freilich war sie noch deutlich negativ.

Im Fernrohr konnte man natürlich nicht mehr die Grenzen der Totalreflexion neben einander erkennen; es ergab sich aber trotzdem noch eine constante Differenz in den Grenzwinkeln für die verschiedenen Strahlen, wenn man mit vorgehaltenem Nicol beobachtete. Aus diesem Grunde sind beide Brechungsexponenten angegeben worden, wenn auch ihre Differenz innerhalb der Fehlergrenzen fällt.

Mischung 4, enthaltend 17,9 Moleküle $Pb S^2 O^6 + 4$ aq auf 100.
Es wurde gefunden:

ω	ε
1,5478	1,5477
1,5482	1,5477
1,5478	1,5479
1,5479	1,5477

Mit dem Polarisationsinstrument konnte man an diesen Krystallen kaum eine Doppelbrechung wahrnehmen; schaltete man aber eine Viertelundulationsglimmerplatte ein, so zeigte sich, dass sie für roth positiv, dagegen für blau noch negativ waren. Für eine mittlere Farbe und bei gewöhnlicher Temperatur müssen also diese Krystalle vollständig isotrop gewesen sein. Dies bestätigte sich auch insofern, als man bei gelbem Natriumlicht absolut Nichts über das Zeichen der Doppelbrechung aussagen konnte.

Mischung 5, enthaltend 21,0 Theile $Pb S^2 O^6 + 4$ aq.

Es wurde gefunden:

	ω	ε
	1,5514	1,5520
	1,5520	1,5524
	1,5516	1,5519
	1,5517	1,5521
Berechnet	1,5528	1,5531

Mischung 6, enthaltend 45,0 Theile $Pb S^2 O^6 + 4$ aq:

	ω	ε
	1,5767	1,5823
	1,5772	1,5826
	1,5770	1,5828
	1,5770	1,5826
Berechnet	1,5771	1,5824

Mischung 7, enthaltend 73,1 Theile $Pb S^2 O^6 + 4$ aq:

	ω	ε
	1,6058	1,6177
	1,6070	1,6183
	1,6064	1,6185
	1,6064	1,6182
Berechnet	1,6067	1,6187

Mischung 8, enthaltend 78,2 Theile $Pb S^2 O^6 + 4$ aq:

	ω	ε
	1,6120	1,6240
	1,6119	1,6231
	1,6148	1,6223
	1,6127	1,6231
Berechnet	1,6121	1,6252

Mischung 9, enthaltend 86,4 Theile $Pb S^2 O^6 + 4$ aq:

	ω	ε
	1,6199	1,6351
	1,6203	1,6349
	1,6205	1,6356
	1,6202	1,6352
Berechnet	1,6186	1,6362

Die vorstehenden Daten finden sich in folgender Tabelle zusammengestellt.

Nummer der Mischung	Zusammen-setzung	Brechungsexponent ω		Differenz	Brechungsexponent ε		Differenz
		gemessen	berechnet		gemessen	berechnet	
—	0	1,5296	—	—	1,5252	—	—
1	6,5	1,5372	1,5365	7	1,5334	1,5335	1
2	14,1	1,5448	1,5444	4	1,5434	1,5429	5
3	16,6	1,5473	1,5471	2	1,5469	1,5464	5
4	17,9	1,5479	1,5486	7	1,5477	1,5482	5
5	21,0	1,5517	1,5528	11	1,5521	1,5531	10
6	45,0	1,5770	1,5771	1	1,5826	1,5824	2
7	73,1	1,6064	1,6067	3	1,6182	1,6187	5
8	78,2	1,6127	1,6121	6	1,6231	1,6252	21
9	86,4	1,6202	1,6186	16	1,6352	1,6362	10
—	100	1,6351	—	—	1,6531	—	—

Bei diesen beiden Salzen scheint also wirklich, wie die Tabelle zeigt, die Aenderung der Brechungsexponenten proportional mit der Beimischung vor sich zu gehen. Die etwas grösseren Differenzen bei den Mischungen 8 und 9 werden jedenfalls von den kleinen Mengen CaS^2O^6 herrühren. welche, wie schon oben bemerkt, bei der Analyse gefunden wurden.

Mischungen von schwefelsaurem und chromsaurem Magnesium.

Diese Salze krystallisiren rhombisch und zwar sphenoidisch hemiëdrisch.

$MgSO^4 + 7$ aq.

Axenverhältniss $a:b:c = 0{,}9904:1:0{,}5709$.

Die erhaltenen Krystalle zeigten vorherrschend $\infty P(110)$ und $+\frac{P}{2}$ $\varkappa(111)$; daneben auch häufig $\infty\breve{P}\infty(010)$.

Spaltbarkeit vollkommen nach $\infty\breve{P}\infty$.

Optische Axenebene $oP(001)$; erste Mittellinie Axe b.

Die Brechungsexponenten sind nach Topsøe und Christiansen:

	γ	β	α
C	1,4583	1,4530	1,4305
D	1,4608	1,4554	1,4325
F	1,4657	1,4607	1,4374

$$2E = 78^0\,18'$$
$$2V = 51\;\;25$$

$MgCrO^4 + 7$ aq.

Axenverhältniss $a:b:c = 0{,}9901:1:0{,}5735$.

Die Krystalle zeigen ganz dieselbe Ausbildung, wie die des Bittersalzes.

Spaltbarkeit vollkommen nach dem Brachypinakoid; optische Axenebene die Basis; erste Mittellinie Axe b.

Die Brechungsexponenten betragen nach Topsøe und Christiansen:

	γ	β	α
C	1,5633	1,5415	1,5131
D	1,5680	1,5500	1,5211

$$2E = 143^0\ 6'$$
$$2V = 75\ 28$$

Wie man sieht, ist auch bei diesen beiden Salzen die Differenz der Brechungsexponenten recht beträchtlich; eine Aenderung derselben um 0,001 kommt ungefähr einer solchen von 1% in der Zusammensetzung gleich.

Die Ausbildung der Mischkrystalle war ganz die gleiche, wie die der reinen Salze, es traten fast ausschliesslich $\infty P(110)$ und $+\frac{P}{2}\varkappa(111)$ auf.

Die Bestimmung der Brechungsexponenten geschah bei den Mischungen, von denen genügend grosse Krystalle zur Verfügung standen, sowohl mit Hülfe von Prismen, als auch mit dem Totalreflectometer. Für die Herstellung der Prismen war die vollkommene Spaltbarkeit nach dem Brachypinakoid sehr vortheilhaft; ein säulenförmig ausgebildeter Krystall wurde in seiner Mitte durchgespalten und so ein Prisma erhalten, dessen brechender Winkel nahezu 45° betrug und das sich ohne jeden Fehler der Orientirung sehr gut zur Ermittelung des mittleren Brechungsexponenten β eignete. Häufig mussten die Flächen indess noch nachgeschliffen werden; eine genügende Politur liess sich aber bei diesem weichen Material nicht gut erreichen; es wurden daher die Flächen vermittelst Canadabalsam mit dünnen Glasplatten bedeckt. Der brechende Winkel hatte sich hierdurch, wie die ständig vorgenommene Controle ergab, kaum um einige Minuten geändert, und da der Brechungsexponent des Canadabalsams nur sehr wenig von dem der untersuchten Substanz abweicht, so ist der durch das Decken hervorgebrachte Fehler fast Null.

Bei dem Bittersalz genügte ein so hergestelltes Prisma auch gleichzeitig zur Ermittelung des grössten Brechungsexponenten, indem man die Ablenkung bestimmte, welche der normal auf die Brachypinakoidfläche fallende Strahl erfuhr.

Bei den Prismen aus Mischkrystallen trat in letzterem Falle aber Totalreflexion ein, so dass der brechende Winkel durch Abschleifen von der Prismenfläche um einige Grade verringert werden musste. Ausser diesem Prisma wurde noch ein zweites hergestellt, dessen eine Fläche wieder vom Brachypinakoid gebildet wurde, die andere aber möglichst genau in der Brachydomenzone angeschliffen war. Auf solche Weise wurden die beiden Brechungsexponenten β und γ an zwei verschiedenen Prismen bestimmt

und somit controlirt. Den dritten Brechungsexponenten α habe ich nur bei einer Mischung mit einem Prisma bestimmen können, dessen Flächen symmetrisch zum Brachypinakoid angeschliffen waren.

Zur Bestimmung der Brechungsexponenten mit Hülfe des Totalreflectometers wurde ständig eine Spaltungsplatte benutzt. Bei den Mischungen mit höherem Gehalt an $MgCrO^4$ liess sich indess die optische Untersuchung auf diese Weise nicht mehr durchführen, die Grenzen der Totalreflexion wurden zu undeutlich und verwaschen. Der Grund liegt jedenfalls in der Inhomogenität, den vielen Flüssigkeitseinschlüssen, sowie der Farbe des Materials. Auf eine Untersuchung der Glieder mit höherem Gehalt an $MgCrO^4$ musste deshalb, da grössere Krystalle zur Herstellung von Prismen nicht vorlagen, verzichtet werden. Die angegebenen Axenwinkel sind jedesmal an zwei Spaltungsplatten bestimmt worden.

Die Analyse der Mischung geschah in folgender Weise: Die Chromsäure wurde durch Salzsäure und ein wenig Alkohol reducirt und darauf durch Ammoniak als Oxyd gefällt und gewogen; die Schwefelsäure wurde als Bariumsalz bestimmt.

Von dem Bittersalz sind die optischen Constanten neu bestimmt worden; für die chromsaure Magnesia war solches aus dem angeführten Grunde nicht möglich; es sollen deshalb die Angaben von Topsøe und Christiansen benutzt werden. Im Nachfolgenden sind die gefundenen Brechungsexponenten einzeln aufgeführt und das Mittel daraus mit dem berechneten Werthe verglichen. Desgleichen ist der aus dem scheinbaren $2E$ berechnete wahre Axenwinkel $2V$ mit dem aus den Brechungsexponenten nach dem Dufet'schen Gesetz berechneten Werthe von $2V$ zusammengestellt.

$MgSO^4 + 7$ aq.

An drei verschiedenen Prismen wurde gefunden:

	β	γ
	1,4555	1,4610
	1,4561	1,4601
	1,4540	1,4595
	1,4552	1,4602

Mit dem Totalreflectometer:

α	β	γ
1,4325	1,4550	1,4605
1,4319	1,4556	1,4609
1,4319	1,4542	1,4598
1,4320	1,4549	1,4596
1,4316		
1,4307		
1,4330		
1,4314		
1,4319	1,4549	1,4602

Der optische Axenwinkel wurde gefunden in Luft zu: 78° 13′ und 78° 27′.

Daraus berechnet:

$$2V = 51^0\ 28'.$$

Aus den Brechungsexponenten berechnet:

$$2V = 51^0\ 5'.$$

M i s c h u n g 1, enthaltend 5,2 Aequivalente $MgCrO^4 + 7$ aq auf 100.

An drei Prismen wurde gefunden:

α	β	γ
1,4370	1,4605	1,4646
	1,4590	1,4655
	1,4580	1,4645
1,4370	1,4592	1,4649

Mit dem Totalreflectometer:

α	β	γ
1,4359	1,4589	1,4643
1,4347	1,4578	1,4630
1,4352	1,4573	1,4635
1,4348	1,4580	1,4636
1,4364	1,4573	1,4630
1,4346	1,4575	
1,4353	1,4579	1,4635

Berechnet wurde:

1,4368	1,4598	1,4658

Daraus ergiebt sich:

$$2V = 53^0\ 8'.$$

Es wurde gefunden $2E$ zu 82° 19′ und 82° 5′

Daraus $2V = 53^0\ 32'$.

M i s c h u n g 2, enthaltend 15,8 Aequivalente $MgCrO^4 + 7$ aq.

Es wurde gefunden mit dem Totalreflectometer:

α	β	γ
1,4405	1,4637	1,4678
1,4370	1,4597	1,4652
1,4390	1,4621	1,4667
1,4388	1,4618	1,4666

Berechnet wurde:

1,4460	1,4699	1,4772

Daraus $2V = 57^0\ 3'$.

Es wurde gefunden an zwei Platten:

$$2H = 54^0\ 29' \text{ und } 53^0\ 22'$$

Daraus $2V = 53^0\ 58'$.

Mischung 3, enthaltend 18,5 Aequivalente $Mg\,Cr\,O^4 + 7$ aq.

Es wurde gefunden an zwei Prismen:

	β	γ
	1,4621	1,4691
	1,4628	1,4701

Mit dem Totalreflectometer:

α	β	γ
1,4419	1,4611	1,4700
1,4403	1,4643	1,4703
1,4401	1,4642	1,4689
1,4408	1,4632	1,4697

Berechnet:

α	β	γ
1,4484	1,4725	1,4801

Daraus $2V = 57^0\ 24'$.

Es wurde bestimmt $2H$ zu $55^0\ 43'$ und $55^0\ 46'$

Daraus $2V = 55^0\ 40'$.

Mischung 4, enthaltend 31,6 Aequivalente $Mg\,Cr\,O^4 + 7$ aq.

Es wurde gefunden mit dem Totalreflectometer:

α	β	γ
1,4463	1,4745	1,4858
1,4467	1,4701	1,4834
1,4442	1,4734	1,4840
1,4457	1,4727	1,4844

Berechnet:

α	β	γ
1,4601	1,4850	1,4943

Daraus $2V = 62^0\ 4'$.

Es wurde gemessen $2H$ zu $58^0\ 15'$ und $57^0\ 26'$

Daraus $2V = 57^0\ 16'$.

Mischung 5, enthaltend 35,9 Aequivalente $Mg\,Cr\,O^4 + 7$ aq.

An einem Prisma wurde gefunden:

	β	γ
	1,4732	1,4847

Mit dem Totalreflectometer:

α	β	γ
1,4540	1,4786	1,4890
1,4568	1,4770	1,4872
1,4520		
1,4543	1,4778	1,4881

Berechnet:

1,4639 1,4890 1,4989

Daraus $2V = 63^0\ 24'$

Gefunden wurde $2H$ zu $59^0\ 23'$ und $62^0\ 39'$.

Daraus berechnet:

$$2V = 60^0\ 14'.$$

Mischung 6, enthaltend 43,7 Aequivalente $MgCrO^4 + 7$ aq.

An zwei Prismen wurde gefunden:

β	γ
1,5092	1,5196
1,5007	1,5097

Mit dem Totalreflectometer:

α	β
1,4632	1,4934

Berechnet:

1,4709 1,4965 1,5073

Daraus $2V = 65^0\ 8'$.

Es wurde beobachtet $2H$ zu $72^0\ 33'$ und $70^0\ 21'$

Daraus $2V = 69^0\ 52'$.

Bei dieser letzten Mischung wurden die Fehlergrenzen sehr gross; mit dem Totalreflectometer liess sich kaum noch etwas machen, und die Prismen erzeugten so viel diffuses Licht, dass nur eine approximative Messung möglich war. Ueberhaupt können die hier vorliegenden Daten wegen der Unvollkommenheit des Materials lange nicht den Grad von Genauigkeit beanspruchen, wie diejenigen bei den beiden vorhergehenden Mischungsreihen.

Die folgende Tabelle enthält die soeben angeführten Messungen zusammengestellt.

Nummer der Mischung	100 Aequivalente enthalten $MgCrO^4 + 7$ aq	Brechungsexponent α		Diff.	Brechungsexponent β		Diff.	Brechungsexponent γ		Diff.
		gemessen	berechnet		gemessen	berechnet		gemessen	berechnet	
	0	1,4319	—	—	1,4549		—	1,4602	—	—
1	5,2	1,4353	1,4368	15	1,4579	1,4598	19	1,4635	1,4658	23
2	15,8	1,4388	1,4460	72	1,4618	1,4699	81	1,4666	1,4772	112
3	18,5	1,4408	1,4484	72	1,4632	1,4725	93	1,4697	1,4801	104
4	31,6	1,4457	1,4601	144	1,4727	1,4850	123	1,4844	1,4943	99
5	35,9	1,4543	1,4639	96	1,4778	1,4890	112	1,4881	1,4989	108
6	43,7	1,4632	1,4709	77	1,4934	1,4965	31	—	1,5073	—
—	100	1,5221	—	—	—	—	—	1,5680	—	—

Nummer der Mischung	100 Aequivalente enthalten $MgCrO^4 + 7$ aq	$2V$ gemessen	$2V$ berechnet	Diff.
—	0	51° 28′	51° 5′	— 23′
1	5,2	53 32	53 8	— 24
2	15,8	53 58	57 3	3° 5
3	18,5	55 40	57 24	1 44
4	31,6	57 16	62 4	4 48
5	35,9	60 14	63 24	3 10
6	43,7	69 52	65 8	4 44
—	100	75 28	—	—

Trotz der Grösse der bereits besprochenen Fehlergrenze geht doch aus diesen Beobachtungen hervor, dass die Zunahme der Brechungsexponenten nach einem anderen Gesetz erfolgt, als dem von Dufet angenommenen; denn die Differenzen der beobachteten und berechneten Werthe nehmen mit ziemlicher Regelmässigkeit bis zu einem Maximum zu und sind so gross, dass sie die grösstmöglichen Fehlergrenzen weit überschreiten. Für eine Herleitung der Function aber, nach welcher die Aenderung erfolgt, sind die vorliegenden Messungen nicht genau genug.

Resultate.

Ueberblicken wir zum Schluss die in Vorstehendem mitgetheilten Daten.

Bei der ersten Mischungsreihe, der von Kalium- und Thalliumalaun, hat sich herausgestellt, dass die Aenderungen des Brechungsexponenten nicht proportional mit dem Gehalt an Aequivalenten von Thalliumalaun erfolgen; einige Mischungen zeigen vielmehr Brechungsexponenten, welche ausserhalb der durch die reinen Salze vorgeschriebenen Grenzen liegen.

Bei der Mischungsreihe von Strontium- und Bleihyposulfat scheint, wenigstens innerhalb der Fehlergrenzen, die Aenderung der beiden Brechungsexponenten proportional mit der Aenderung der chemischen Zusammensetzung vor sich zu gehen. Es ist dies um so bemerkenswerther, als wir es hier mit zwei Substanzen von verschiedener optischer Orientirung zu thun haben.

Bei der dritten Mischungsreihe sind die Abweichungen zwischen den berechneten und gemessenen Werthen aller drei Hauptbrechungsexponenten so gross, dass man hier wohl nicht von einem Gesetz, wie es Herr Dufet postulirt hat, sprechen kann.

Es scheint demnach keine einfache Beziehung zwischen den Brechungsexponenten von isomorphen Mischungen und der chemischen Zusammensetzung derselben zu existiren.

Schliesslich mag noch auf eine gewisse Analogie zwischen den optischen und krystallographischen Constanten hingewiesen werden.

Von den krystallographischen Axen und den Winkeln isomorpher Mischungen wissen wir gleichfalls*), dass sie sich keineswegs proportional mit der Beimischung ändern. In den meisten Fällen liegen sie zwar innerhalb der durch die Componenten gegebenen Grenzen; aber ein bestimmtes Gesetz hat sich bisher nicht finden lassen, die Aenderungen scheinen also auch hier nicht durch eine einfache Function ausgedrückt werden zu können.

---

*) Vergl. Groth, Pogg. Ann. **133**, 193. Rammelsberg, Mineralchemie p. 209.

XXXIV. Ueber physikalische Isomerie einiger organischer Verbindungen.

Von

O. Lehmann in Mühlhausen i. E.

(Hierzu Taf. XIII, Fig. 1—46.)

Die Herren E. und O. Fischer in München hatten die Freundlichkeit, mir einige Körper, von welchen sie ein Auftreten in mehreren physikalisch isomeren Modificationen vermutheten, zur Untersuchung nach der in meiner Arbeit über physikalische Isomerie*) beschriebenen Methode, zuzusenden. Im Folgenden sind in Kürze die Resultate dieser Untersuchung zusammengestellt.

1. Tetramethyldiamidotriphenylmethan**).

$$C^6H^5 - C \begin{cases} H \\ C^6H^4N(CH^3)^2 \\ C^6H^4N(CH^3)^2 \end{cases}$$

Von den drei mir zugesandten Proben war

Nr. 1 aus Bittermandelöl und Dimethylanilin dargestellt und aus Alkohol umkrystallisirt; ihr Schmelzpunkt war zwischen 93° und 94°.

Nr. 2 war ebenso gewonnen, aber aus Ligroin umkrystallisirt und hatte den Schmelzpunkt 101°.

Nr. 3 war durch Reduction von Malachitgrün gewonnen, seine Identität mit Nr. 1 und 2 war fraglich, sein Schmelzpunkt der gleiche wie der von Nr. 2.

Es wurde zunächst jede Modification unter Erwärmen gelöst und die beim Abkühlen sich bildenden Krystalle unter dem Mikroskop beobachtet. Die gefundenen Formen sind auf Tafel XIII abgebildet.

---

*) Diese Zeitschrift **1**, 98.

) Vergl. E. und O. Fischer, Ber. d. deutschen chem. Ges. **12, 796.

a. Lösungsmittel Ligroin.

Nr. 1: Figur 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12.

Nr. 2 und 3: Figur 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14.

Die Fig. 1—7 zeigen eine erste, blätterartig krystallisirte Modification. Eine Symmetrie der Flächen lässt sich nicht auffinden, ebenso liegen die Auslöschungsrichtungen für polarisirtes Licht schief gegen sämmtliche Kanten und Diagonalen. Die Krystalle gehören somit wahrscheinlich dem asymmetrischen Systeme an. Die einzelnen Flächen können folgendermassen gedeutet werden: α, γ, δ die drei Pinakoide, β Hemiprisma, ε Hemidoma.

Schon äusserlich verschieden von dieser Modification ist eine zweite, nadelförmige, in Fig. 8—14 dargestellt. Dieselbe bildet sich indess nur äusserst schwer aus der Probe Nr. 1, dagegen regelmässig aus Nr. 2 und 3. Die Schwingungsrichtungen sind ebenfalls schief gegen sämmtliche Kanten und auch im Habitus zeigt sich eine auffallende Uebereinstimmung mit dem der vorigen Modification (β und γ vorherrschend), eine Erscheinung, die schon wiederholt bei physikalisch isomeren Krystallen beobachtet wurde*). Sehr häufig setzten sich nun an diese Krystalle der zweiten Modification die einer dritten an, über deren Flächen sich nichts entscheiden lässt, da sie äusserst feinstrahlige Sphärolithen bilden (Fig. 15).

b. Lösungsmittel Alkohol.

Nr. 1: Figur 16, 17, 18, 19, 20.

Nr. 2 und 3: Figur 21, 22, 23, 24.

Diese Krystallisationen lehren nichts wesentlich Neues. Auffallend ist nur die zuweilen eintretende *s*-förmige Ausbildung der Krystalle der ersten Modification (Fig. 20). Ferner ist zu erwähnen, dass sich aus einer sehr stark gesättigten Lösung zunächst Tröpfchen ausscheiden, an welchen man, ähnlich wie bei Schwefelglobuliten, sehr gut die Bildung der Höfe um die Krystalle beobachten kann**).

Es scheint nach diesen Versuchen die Existenz von drei physikalisch isomeren Modificationen der Substanz ziemlich verbürgt zu sein. Man könnte indess einwenden, dass vielleicht die eine Art von Krystallen nicht die reine Substanz enthielten, sondern ausserdem einen Theil des Lösungsmittels als Krystallligroin oder Krystallalkohol. Dem entgegen steht nun zunächst schon die Identität der aus zwei verschiedenen Lösungsmitteln erhaltenen Krystalle, noch mehr aber das Ergebniss der folgenden Versuche, welche in der Weise ausgeführt wurden, dass die reine Substanz

*) Vergl. diese Zeitschrift **1**, 45.

) Vergl. diese Zeitschrift **1, 474.

auf dem Objectträger des Mikroskops geschmolzen, bedeckt und rasch abgekühlt wurde. Die Substanz erstarrte unter solchen Verhältnissen zunächst amorph. Um nun die Krystallisation einzuleiten, wurden die Präparate längere Zeit (1—2 Tage) einer constanten Temperatur von 50° ausgesetzt. Das Resultat war, dass sich nach dieser Zeit aus allen drei Präparaten alle drei Modificationen bildeten, aus Nr. 1 vorzugsweise die Blättchen-, aus Nr. 2 und 3 die Nadelform. Die Blättchen waren häufig zu Zwillingen zusammengesetzt, wie sie Fig. 25, 26 mit Andeutung der Schwingungsrichtungen zeigt. Auch bei der Nadelform scheinen Zwillingsbildungen vorzukommen; denn die Complexe zeigen oft einen ziemlich regelmässigen Bau (Fig. 27). Die feinstrahligen Sphärokrystalle setzen sich, wie auch bei Lösungen, mit Vorliebe an die Nadeln der zweiten Modification an. Bei Berührung irgend zweier Arten von Krystallen tritt indess keine Umwandlung ein. Erhitzt man vorsichtig bis zum Schmelzpunkt, so zeigt sich, dass zuerst die feinstrahlige sphärolithische Modification schmilzt, nach dieser die blätterartige und zuletzt die nadelförmige. Letztere überdauert die anderen verhältnissmässig lange. Auffallend ist, dass bei wiederholtem Schmelzen und Krystallisirenlassen nicht, wie man erwarten sollte, diejenige vom höchsten Schmelzpunkt schliesslich die überwiegende wird, sondern die blätterartige, während die feinstrahlige nahezu verschwindet. Es ist indess hierbei zu beachten, dass dies diejenige ist, welche am leichtesten in grösseren Krystallen auftritt, ein Umstand, der bezüglich der Stabilität einer Modification immer von Einfluss ist*).

2. Diphenylnaphtylmethan.

$$\left.\begin{matrix}(C^6H^5)^2\\(C^{10}H^7)\end{matrix}\right> CH$$

Dargestellt von A. Lehne, s. Berichte der deutschen chem. Ges. **13**, 358 (vergl. auch Hemilian, ebenda, S. 678).

Die zugesandten Proben waren auf folgende Weise erhalten:

Nr. 1 aus Ligroin krystallisirt, Schmelzpunkt 133° — 134°
Nr. 2 - Aether - - 133° — 134°
Nr. 3 - Ligroin - - 148° — 149°

Die Untersuchungsmethode war die gleiche, wie bei der eben besprochenen Substanz.

a. Krystallisation aus Lösungen.

Nr. 1 und 2. Die Mehrzahl der Krystalle, welche sich auf dem Objectträger des Mikroskops beim Abkühlen der heissen Lösung in Aether, Ligroin oder besser Benzol ausbildeten, hatte dieselbe Form, welche sich mit

*) Vergl. diese Zeitschrift **1**, 105.

freiem Auge an dem Präparate beobachten liess (Fig. 28—30). Wie die Lage der Schwingungsrichtungen (Fig. 28) andeutet, gehören auch diese Krystalle, trotz ihres monosymmetrischen Aussehens dem asymmetrischen Systeme an.

Die Formen können demnach betrachtet werden als Combinationen dreier Pinakoide und einer Tetartopyramide. Ausser diesen mehr massigen Krystallen bildeten sich jedoch noch andere von Nadelform (Fig. 31—33), gewöhnlich bündelartig zusammengewachsen. Nach mehrmaligem Umkrystallisiren fand sich nur noch diese letztere Art von Krystallen.

Wurde ein Krystall erster Art und eine Nadel isolirt von der Mutterlauge nebeneinander erhitzt, so schmolz der erstere früher und bei der Abkühlung absorbirte die Nadel den gesammten Stoff zu ihrer Vergrösserung.

Es liegen also hier zwei physikalisch isomere Modificationen vor, von denen, wie gewöhnlich, die höher schmelzende die stabilere ist. Eine directe Umwandlung der einen Modification in die andere im festen Zustande wurde nicht beobachtet.

Nr. 3 krystallisirte nur in der Nadelform, am schönsten aus Terpentinöl. Häufig waren die Nadeln zu Zwillingen verwachsen (Fig. 34).

b. Krystallisation aus dem Schmelzfluss.

Geschmolzen erstarren alle Arten bei der raschen Abkühlung zunächst amorph. Allmälig bilden sich indess Sphärokrystalle der nadelförmigen Modification, welche in auffälliger Weise das Wachsen nach vorn schreitender Vacuolen *) zeigen, wenn die Masse etwas erwärmt wird (Fig. 35—37). Trifft die Vacuole auf einen anderen Krystall, so wird sie von diesem lebhaft abgestossen, anscheinend reflectirt und die Krystallmasse wird demzufolge winkelförmig. Beim Erkalten bleibt die Vacuole stehen und wird von Krystallen umschlossen; dass sich indess auch jetzt noch, wenn auch sehr feine Vacuolen bilden, geht daraus hervor, dass die neu sich bildende Krystallmasse schwach bräunlich gefärbt erscheint, denn eine solche Farbe deutet immer mit Sicherheit auf eine feine Körnelung.

Ein solcher ursprünglich amorph erstarrter Schmelzfluss, in welchem sich aber allmälig bräunlich gesäumte Sphärokrystalle gebildet hatten, war über Nacht stehen geblieben. Als er erwärmt wurde, sprangen fast plötzlich aus den Säumen eigenthümliche, gekrümmte und geknickte, häufig auch verzweigte fadenartige Formen hervor, welche grosse Aehnlichkeit mit Pilzvegetationen zeigten (Fig. 38, 39). Bei weiterem Erwärmen wurden die einzelnen Fäden immer dicker und zuletzt verstärkten sie sich zu ziemlich deutlich erkennbaren Krystallen (Fig. 40—42), welche indess keinen

---

*) Vergl. diese Zeitschrift **1**, 476.

Bestand hatten, sondern sich allenthalben mit Rissen durchzogen und zersprangen. Bezüglich der stark gekrümmten Formen ergab die Untersuchung im polarisirten Licht, dass die Schwingungsrichtungen stets die gleiche Richtung gegen die Tangente hatten. Beim Abkühlen bildeten sich an einzelnen Stellen keulen- oder pinselartige Auswüchse (Fig. 43, 44), bestehend aus äusserst feinen haarartigen Strahlen. Beim Erwärmen verdickten sich diese Haare zu den oben beschriebenen Fäden.

Interessant sind ferner die Erscheinungen bei der Sublimation der Krystalle. Ist die condensirende Platte mit feinen Kryställchen bedeckt, und wird alsdann über den Schmelzpunkt erhitzt, so verwandeln sich diese Kryställchen in kleine Tröpfchen, kühlt sich die Platte wieder ab, so erstarren diese amorph und es bilden sich neben ihnen wieder Krystalle; hält man nun die Temperatur fernerhin in der Nähe des Schmelzpunktes, so verdunsten die Tröpfchen allmälig, während die Kryställchen auf deren Kosten weiterwachsen, so dass sich um diese ein tröpfchenfreier Raum bildet. Bei ein und derselben Temperatur und demselben Druck kann also gleichzeitig eine Substanz als Flüssigkeit verdunsten, als fester Körper dagegen sich condensiren. Ich habe bereits früher bei anderen Substanzen Aehnliches gefunden*) und durch die Annahme einer Lösung der festen und flüssigen Modification in der gasförmigen zu erklären versucht.

3. Pentamethylleukanilin.

Dargestellt von E. und O. Fischer, Ber. d. d. chem. Ges. **12**, 799. Wahrscheinliche Constitution:

$$\begin{matrix}[(CH^3)^2N.C^6H^4]^2 \\ CH^3.NH.C^6H^4\end{matrix} > CH.$$

Aus Lösungen wurde nur eine Art von Krystallen erhalten; wurde dagegen die Substanz geschmolzen, rasch abgekühlt und nun etwa eine Stunde lang bei mässiger Wärme im Wasserbade sich selbst überlassen, so hatten sich zweierlei Krystalle gebildet (Fig. 45, 46). Beim Wiedererwärmen verwandelten sich die deutlicher krystallisirten in die Sphärokrystalle um. Beobachtete man beide Krystalle während des Wachsthums, so zeigte sich, dass die stabilere Modification, d. h. die Sphärokrystalle weit schneller sich vergrösserten. Eine Differenz der Schmelzpunkte konnte nicht beobachtet werden, da sich die labile Modification stets vor dem Schmelzen spontan in die andere umwandelte.

*) Vergl. diese Zeitschr. **1**, 123.

XXXV. Correspondenzen, Notizen und Auszüge.

1. S. L. Penfield (in New Haven): **Ueber die chemische Zusammensetzung des Childrenit** (aus dem Amer. Journ. of Sc. vom Verf. mitgetheilt). Nach der Publication der Abhandlung der Herren Brush und Dana (diese Zeitschr. **2**, 529), in welcher die Beschreibung des neuen Minerals Eosphorit gegeben und nachgewiesen wurde, dass dasselbe in naher physikalischer und chemischer Beziehung zum Childrenit stehe, schlugen mir die genannten Autoren vor, die letztere Substanz von Neuem zu untersuchen und die noch immer vorhandene Unsicherheit über seine wahre chemische Formel zu beseitigen. Herrn Brush verdanke ich die zu diesem Zwecke erfolgte Ueberlassung eines Childrenitexemplars von Tavistock, dem ich das Material zur Analyse entnahm. Die kleinen gelbbraunen Krystalle wurden sorgfältig von dem Siderit und Eisenoxyd, mit welchen sie zusammen vorkommen, getrennt und, unter Ausschluss jedes zweifelhaften Materials, nur glänzende Krystalle benutzt, deren ich 0,8—0,9 g gewann. Analyse I ist eine vollständige, mit reichlich 0,5 g Material unter Beobachtung grösster Sorgfalt ausgeführte Untersuchung, bei welcher auch auf Alkalien besonders geprüft wurde, so dass sich dieselben, wenn sie anwesend gewesen wären, quantitativ hätten ergeben müssen. Da Church in seiner Analyse Eisenoxyd angiebt, so wurden die restirenden 0,3 g mit Kaliumpermanganat geprüft; die so gefundene FeO-Menge differirte nur um 0,12% von der in der gleichen Quantität durch Gewichtsbestimmung gefundenen, so dass hieraus geschlossen werden muss, dass das Mineral kein Fe^2O^3 enthält. Nach dem Titriren mit $KMnO^4$ wurden in der Lösung der zweiten Portion noch P^2O^5, Al^2O^3 und FeO durch Fällung bestimmt; diese Resultate sind unter II angeführt.

	I.	II.	Molekularverhältniss aus Analyse I berechnet:		
P_2O_5	30,19	29,98	0,212		1
Al_2O_3	21,17	21,44	0,208		0,98
FeO	26,54	26,20	0,368		
MnO	4,87		0,069	0,458	2,16
CaO	1,21		0,021		
H_2O	15,87		0,882		4,16
Quarz	0,10				
	99,95				

Das Verhältniss der Bestandtheile ist somit sehr nahe:

$$P^2O^5 : Al^2O^3 : RO : H^2O = 1 : 1 : 2 : 4 \ (R = Fe,\ Mn,\ Ca)$$

und demnach die empirische Formel:

$$R^2Al^2P^2O^{10} + 4H^2O.$$

Diese kann auch folgendermassen geschrieben werden:

$$Al^2P^2O^8 + 2R(OH)^2 + 2 \text{ aq oder } \left.\begin{matrix} R^3P^2O^8 \\ Al^2P^2O^8 \end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix} R(OH)^2 \\ Al^2(OH)^6 \end{matrix}\right\} + 4 \text{ aq}$$

Die Constitution des Ch. ist also dieselbe, wie die des Eosphorit. Die angegebene Formel erfordert für die procentische Zusammensetzung folgende Zahlen, welche in befriedigender Weise mit Analyse I stimmen: P^2O^5 30,80, Al^2O^3 22,31, FeO 26,37, MnO 4,87, H^2O 15,65.

2. G. J. Brush und **E. S. Dana** (in New Haven): **Ueber die Beziehungen zwischen Childrenit und Eosphorit** (aus dem Amer. Journ. of Sc. von den Verf. mitgetheilt). In unserer ersten Abhandlung (diese Zeitschr. **2**, 529), auf welche Herr Penfield im vorigen Aufsatz sich bezieht, zeigten wir, dass Childrenit und Eosphorit krystallographisch vollkommen homöomorph seien; die Axenverhältnisse beider Mineralien sind:

Childrenit von Tavistock (Cooke)	$a : b : c =$	1 : 1,294 : 0,667
Eosphorit von Branchville		1 : 1,287 : 0,663

Ferner zeigten wir, dass beide in ihrer chemischen Zusammensetzung in einer gewissen Beziehung stehen, wobei allerdings insofern eine Differenz vorhanden war, als die Formel des Eosphorit festgestellt, diejenige des Childrenit noch zweifelhaft war. Die Analyse des Herrn Penfield scheint nun die letztere Frage beantwortet zu haben und zu zeigen, dass beide Mineralien dieselbe Formel haben und nur insofern differiren, als der Childrenit vorwiegend Eisen (26,54 FeO und 4,87 MnO), der Eosphorit vorwiegend Mangan (7,40 FeO und 23,51 MnO) enthält. Man könnte daher den letzteren auch als eine Varietät des Childrenit betrachten, welche sich ebenso zu diesem verhält, wie der Lithiophilit von dem gleichen Fundort zum Triphylin. Wir haben jedoch den Unterschied beider Mineralien in ihren physikalischen Eigenschaften und der Art ihres Vorkommens in der citirten Arbeit ausführlich mitgetheilt und können daher auf jene verweisen.

3. W. J. Comstock (in New Haven): **Ueber die chemische Zusammensetzung des Uraninit (Pechblende) von Branchville, Conn.** (Amer. Journ. Sc. III, **19**, 220, März 1880). Bei der Untersuchung der Minerallagerstätte von Branchville in Connecticut (diese Zeitschr. **4**, 70*)) erhielten die Herren Brush und Dana kleine Mengen eines Minerals, welches in schwarzen Oktaëdern auftrat, das spec. Gewicht 9,22—9,28 besass und vor dem Löthrohr auf Uran und Blei reagirte. Sie identificirten dasselbe mit dem Uraninit (Uranpecherz) und vermutheten, dass das darin enthaltene Blei zu seiner chemischen Constitution zugehöre. Dieses Mineral wurde nun vom Verf. analysirt und dadurch die bisher unsichere Constitution der Pechblende festgestellt. Es muss bemerkt werden, dass, mit Ausnahme des zweifelhaften »Uranoniobit« Scheerer's, dies das erste Mal war, dass Uraninit krystallisirt gefunden wurde. Die Krystalle waren glänzend schwarz und zeigten das Oktaëder mit untergeordnetem Würfel und Dodekaëder. Die Substanz löst sich leicht in Salpetersäure zu einer gelben Lösung, wird aber von Salzsäure nicht angegriffen. Die Analyse ergab:

---

*) Daselbst ist durch Druckfehler »Uranit« statt »Uraninit« angegeben.

	I.	II.	Mittel:
U	81,67	81,33	81,50
Pb	4,01	3,94	3,97
Fe	0,41	0,39	0,40
O	13,37	13,47	13,47*)
H^2O	0,88	—	0,88
			100,22

Der Sauerstoff wurde durch Zersetzung des Minerals mittelst Schwefelsäure im zugeschmolzenen Rohre und durch Titriren mit einer Lösung von Kaliumpermanganat bestimmt, vorher aber durch Versuche festgestellt, dass diese Methode genaue Resultate lieferte. Unter der Annahme, dass Eisen und Blei als FeO und PbO vorhanden sind, wurde aus dem Sauerstoffgehalt das Verhältniss von Uranoxyd und -Oxydul berechnet; so ergab sich folgende Zusammensetzung:

			Molekularverhältnisse:	
UO^3	40,08		0,1392	0,1392
UO^2	54,51		0,2004	
PbO	4,27	$(PbO)_2$	0,0095	0,2133
FeO	0,49	$(FeO)_2$	0,0034	
H^2O	0.88			
	100,23			

d. i. $\overset{IV}{R}O^2 : \overset{VI}{R}O^3 = 0,2133 : 0,1392 = 1,53 : 1 = 3,06 : 2.$

Dies führt zu der Formel:

$$3\overset{IV}{R}O^2 + 2\overset{VI}{R}O^3$$

worin $\overset{IV}{R} = \overset{IV}{U}, (Fe)^2, (Pb)^2$ und $\overset{VI}{R} = \overset{VI}{U}$.

Hiernach ist das Mineral ein basisches Uranat von Uranoxydul, in welchem ein Theil des letzteren durch Bleioxyd und Eisenoxydul ersetzt ist.

Ref.: E. S. Dana.

4. M. E. Wadsworth (in Cambridge, Mass.): **Danalith von Bartlett, New Hampshire** (Proceedings Boston Soc. Nat. Hist. Oct. 1879). Das vom Verf. beschriebene Mineral fand sich auf der Eisengrube von Bartlett N. H. in regulären Oktaëdern und derb; es zeigte keine Spaltbarkeit; Härte $5^1/_2$—6; Glas- bis Harzglanz; Farbe hyazinthroth bis hellbraun; durchscheinend; spröde, Bruch halbmuschelig bis uneben. Vor dem Löthrohr reagirte die Substanz auf Zink, Blei, Eisen, Mangan, Schwefel und Kieselsäure. Obgleich keine Analyse vorliegt, scheinen diese Kennzeichen doch dafür zu sprechen, dass das Mineral Danalith sei.

Ref.: E. S. Dana.

5. W. J. Comstock (in New Haven, Conn.): **Analysen einiger amerikanischer Tantalate** (Amer. Journ. Sc. III, **19**, 131, Febr. 1880). Es werden die Analysen folgender drei, bisher noch nicht untersuchter, amerikanischer Tantalate mitgetheilt: Nr. 1 war von Prof. F. H. Bradley in Yancey County, N. C. (näherer Fundort unbekannt), gesammelt: es bildete einen Theil eines derben

*) Hier ist die genauer ausgeführte Bestimmung II adoptirt.

Stückes vom spec. Gewicht 6,88. Nr. 2 von Northfield, Massachusetts; das analysirte Material war einem grossen Krystall, vom Habitus und mit den Winkeln des gewöhnlichen Columbit, entnommen, spec. Gewicht 6,84. Nr. 3 von Branchville Conn., dem in dieser Zeitschr. **2**, 530 durch die Herren Brush und Dana beschriebenen Vorkommen; die Krystalle hatten die Form des Columbit; die Farbe des Pulvers ist bräunlich grau; in dünnen Splittern etwas durchsichtig; spec. Gewicht 6,59.

	Nr. 1:	Nr. 2:	Nr. 3:
Ta^2O^5	59,92	56,90	52,29
Nb^2O^5	23,63	26,81	30,16
FeO	12,86	10,05	0,43
MnO	3,06	5,88	15,58
MgO	0,34	—	—
CaO	—	—	0,37
	99,81	99,64	98,83

Dies führt zu folgenden Verhältnissen:

	$R^2O^5 : RO$	$Nb^2O^5 : Ta^2O^5$
Nr. 1	1 : 1,03	1 : 1,53
Nr. 2	1,025 : 1	4 : 5,1
Nr. 3	1 : 1,007	1 : 1,104

Die gemeinsame Formel aller drei Verbindungen ist also:

$$(Fe, Mn)(Ta, Nb)^2O^6$$

In Nr. 3, welches auch wegen seiner Durchsichtigkeit von Interesse ist, wird das Eisen durch Mangan ersetzt, und da $Ta : Nb$ nahe $= 1 : 1$, so könnte man die Formel auch schreiben:

$$MnTa^2O^6 + MnNb^2O^6$$

Ein Mineral derselben Gruppe von Utö in Schweden, welches 85,5% Tantal- und Niobsäure und 9,5 MnO (3,6 FeO) enthält, wurde von Nordenskiöld »Mangantantalit« genannt (s. diese Zeitschr. **1**, 386).

Ref.: E. S. Dana.

6. W. O. Crosby (in Boston, Mass.): **Pinit im östlichen Massachusetts** (Amer. Journ. Sc. III, **19**, 116, Febr. 1880). In den Conglomeraten der Umgegend von Boston kommt ein weiches, fettig anzufühlendes, amorphes Mineral vor, welches chemisch und physikalisch dem Pinit nahe steht. Es bildet zuweilen das Bindemittel der Conglomerate, am reinsten jedoch findet es sich hauptsächlich in Form runder Massen, welche gewöhnlich in parallelen Ebenen abgeplattet sind, endlich als Ausfüllung der Klüfte in dem Petrosilex, aus dem seine Entstehung herzuleiten ist. Härte ungefähr 3, spec. Gewicht 2,7—2,75; wachsglänzend oder matt; Farbe weisslich grün, auch weiss, graulich und dunkel gras- bis olivengrün. Die chemische Zusammensetzung erhellt aus den folgenden Analysen: I. erbsengrüner Pinit als Auskleidung von Klüften in dem ursprünglichen Gestein (Petrosilex), analysirt durch Fräulein E. M. Walton, II. Pinit aus runden Massen im Conglomerat, analysirt von Herrn A. B. Crosby:

	I.	II.
SiO^2	57,93	59,52
Al^2O^3	23,74	21,63
FeO	2,83	5,84
K^2O	4,56	6,90
Na^2O	5,28	0,80
H^2O	3,14	3,49
MnO	1,44	—
	98,92	98,18

Aus dem Vorkommen des Pinit in dem Petrosilex geht hervor, dass er einer Umwandlung des Feldspathes seine Entstehung verdankt; überdies wurden zu Marblehead Neck deutliche Pseudomorphosen desselben nach Orthoklas entdeckt. Der Pinit der Conglomerate und des Pinitschiefers muss derselben Quelle zugeschrieben werden.

Ref.: E. S. Dana.

7. S. F. Peckham und **C. W. Hall** (in Minneapolis, Minnesota): **Ueber Lintonit und andere Varietäten des Thomsonit** (Amer. Journ. Sc. III, **19**, 122, Febr. 1880). Bei »Grand Marais«, an der Nordwestküste des Oberen See, erstreckt sich mehrere Meilen weit ein Lager eines dunkel gefärbten, sehr zersetzten, wohl zum Diabas zu rechnenden Eruptivgesteines. Dasselbe ist mehr oder weniger mandelsteinartig und enthält hauptsächlich Thomsonit. Aus diesem Gestein stammen die zahlreichen kleinen Stücke des letzteren Minerals, welche jetzt, als gerundete und ausgezeichnet polirte Geschiebe, längs der Gestade des Sees meilenweit verstreut sind. Der Verf. unterscheidet drei Varietäten dieser Thomsonitgeschiebe: I. trübe weiss, porzellanähnlich aussehend, mit muscheligem oder zuweilen faserigem Bruch; in Dünnschliffen erscheinen diese unter dem Mikroskop durchscheinend, aber in longitudinaler Richtung durchzogen von zahllosen dunklen Linien; manchmal sind sie gebändert durch abwechselnd durchsichtige Zonen von zum Theil gelber Farbe. Var. II ist von gewöhnlichem Thomsonit gebildet; die Massen sind sphärisch oder ellipsoidisch mit radialfasriger Structur, zuweilen mit mehreren Centren; diese Geschiebe sind im Allgemeinen fleischroth, doch wechselt die Farbe öfters, und es finden sich oft solche mit Zonen von rother, grüner und weisser Farbe. III umfasst die grünen Varietäten, meist von Prehnit-ähnlichem Ansehen; die Textur ist feinkörnig, ohne Spur von dem radialfasrigen und krystallinen Charakter der anderen; zuweilen umgiebt dieser grüne Thomsonit einen Kern von der unter I oder II beschriebenen Art. Die Härte der verschiedenen Vorkommnisse variirt von 5—6; das spec. Gewicht ist 2,33—2,35; in manchen verwitterten Geschieben nur 2,2. Die zuweilen gefundene Härte 7 rührt wahrscheinlich von beigemengtem Quarz her.

Die folgenden Analysen I, II, III, ausgeführt von Fräulein L. A. Linton, beziehen sich auf die ebenso bezeichneten Varietäten. Der hohe Kieselsäuregehalt in II ist der Gegenwart freien Quarzes zuzuschreiben; nimmt man jenen $= 40,45\%$ (= Analyse I) an, so ergeben sich durch Rechnung die unter II[a] angegebenen Zahlen für die Zusammensetzung des Minerals:

	I.	II.	IIa.	III.
SiO_2	40,45	46,02	40,45	40,61
Al_2O_3	29,50	26,72	29,37	30,21
Fe_2O_3	0,23	0,81	0,88	—
FeO	—	—	—	0,40
CaO	10,75	9,40	10,43	10,37
K_2O	0,36	0,39	0,42	0,49
Na_2O	4,77	3,76	4,28	4,06
H_2O	13,93	12,80	13,93	13,75
	99,99	99,90	99,76	99,89

Diese Analysen beweisen, dass die drei untersuchten Varietäten demselben Mineral, dem Thomsonit, angehören. Die Verf. nehmen in allen einen kleinen Theil der Kieselsäure als wahrscheinlich beigemengt und einen Theil des Wassers als basisch an; für das letztere spricht, dass 12% des Wassers bei Rothgluth, die übrigen 1,75% jedoch erst durch anhaltendes starkes Erhitzen entfernt werden können. Da die Varietät III sich von den übrigen in ihren physikalischen Eigenschaften unterscheidet, so schlagen die Verf. vor, sie »Lintonit« zu nennen nach der jungen Dame, welcher wir die Analysen verdanken.

Ref.: E. S. Dana.

8. **A. Genth** (in Philadelphia): **Ueber einige spanische Mineralien** (Amer. Chem. Journ. **1**, Nr. 5, S. 323). Der Verf. analysirte einen kobalthaltigen Gersdorffit von Benahanis, Provinz Malaga, und eine derbe Varietät von Jamesonit aus der Provinz Huelva. Der erstere findet sich in weissem Kalkspath, oft so innig mit ihm gemengt, dass er denselben grau färbt; Härte 5, spec. Gewicht 5,856. Der Jamesonit war undeutlich krystallinisch, indem die einzelnen Partikel blättrige Beschaffenheit zeigten. Härte $2\frac{1}{2}$, Gewicht 5,467, Farbe dunkel stahlgrau. Analyse I ist die des Gersdorffit, II die des Jamesonit und IIa dieselbe nach Abzug des Pyrit:

	I.
S	22,01
As	39,71
Ni	24,83
Co	12,54
Fe	1,12
Cu	0,25
	100,46

	II.	IIa.
S	23,60	22,31
*Sb**)	33,15	34,03
Pb	38,29	38,49
Ag, Cu	0,28	—
Fe	5,95	5,16
	101,27	99,99

Ref.: E. S. Dana.

9. **W. M. Ord** (in London): **Einfluss von Colloidsubstanzen auf die Krystallisation** (The influence of colloids upon crystalline form and cohesion by W. M. Ord, London 1879). — Hierzu Taf. XIII, Fig. *A*, *B*, *C*. — Der Verfasser sucht auf dem Wege der Beobachtung und des Experiments die Ursachen zu erforschen, welche die eigenthümliche Form der sich im Urin bildenden Niederschläge bedingen. Er kommt dabei zu dem, bereits auch von anderen Experimentatoren gefundenen Satze, dass die Krystalle in ihrer Ausbildung durch anwesende

*) Atomgewicht 122. Eine zweite Bestimmung ergab 33,27.

Colloidsubstanzen gehindert werden können und zwar um so mehr, je geringer die Löslichkeit der krystallisirenden Substanz und je grösser die Viscosität des Colloids.

Rainey hatte diese Erscheinung erklärt durch eine Hinderung der Bewegung der Moleküle, der Verf. sucht den Grund in einer eigenthümlichen Molekularbewegung der Colloidsubstanzen und vermuthet desshalb einen bis jetzt noch nicht erkannten Einfluss physikalischer Kräfte auf die Krystallisation. Um einen solchen nachzuweisen, unterwarf er (in Hausenblasengallerte sich bildende) Niederschläge von oxalsaurem Kalk der Einwirkung von Magnetismus und Elektricität. Ersteres Experiment ergab einen etwas stärkeren Niederschlag in der Verbindungslinie der magnetischen Pole, indess ohne Aenderung der Formen, letzteres war nicht entscheidend, da die Elektrolyse störend einwirkte.

Die Substanzen, bei welchen der Verf. eine Abhängigkeit der Form von der Beimengung von Colloidsubstanzen nachwies, sind namentlich folgende:

1) Harnsäure. Von den zahlreichen, in dem Buche abgebildeten Formen sind einige typische in den Fig. *A* und *B*, Taf. XIII wiedergegeben. Dieselben theilen sich (nach der Ansicht des Ref.) naturgemäss in zwei Gruppen *A* und *B*: in ersteren ist die Tafelfläche parallel, in letzteren senkrecht zur Zeichnungsebene, falls sich die Formen überhaupt auf einander zurückführen lassen.

Die Formen der Gruppe *A* bilden sich fast in allen Fällen, insbesondere in Zucker und Gummi enthaltenden Lösungen, die der Gruppe *B* in Eiweiss enthaltenden; sämmtliche finden sich auch in verschiedenen Arten Urin. Die beiden gross gezeichneten Formen zu Anfang der Gruppe *A* und zu Ende der Gruppe *B* entstehen, erstere in schwacher, letztere in starker Gelatinelösung.

2) Harnsaures Natron. Der Verfasser unterscheidet fünf verschiedene Formen desselben:

a. Gelatinöser Niederschlag. b. Feinkörniger Niederschlag. c. Kugeln erster Art. d. Nadeln. e. Kugeln zweiter Art.

a. wurde beobachtet in Lösungen, die mit Harnsäure oder Chloriden oder Phosphaten von Alkalien versetzt waren.

b. trat auf bei Anwesenheit eines fremden Colloids oder bei zäher Lösung.

c. bildeten sich in saurer Lösung oder bei Mischungen mit stark gesättigten Lösungen von Chloriden oder Phosphaten von Alkalien. Sie lösten sich nach einiger Zeit in Nadeln auf.

d. bildeten sich da, wo Harnsäure in Kugelform auftritt, z. B. bei Anwesenheit von Gelatine oder Eiweiss.

e. bildeten sich bei Anwesenheit von Gelatine. Sie bestehen aus krystallinischer Substanz, welche aber in ihrer Krystallisation durch das Colloid beeinträchtigt wurde.

3) Oxalsaurer Kalk. Derselbe tritt in drei Formen auf: Oktaëdern, Doppelkugeln und seltener in flachen Tafeln. Die Versuche wurden in der Weise angestellt, dass das eine Ende eines Glasrohrs durch einen Pfropf mit Hausenblasengallerte geschlossen, sodann in eine Lösung von Chlorcalcium gebracht und das Innere des Rohres mit einer Lösung von oxalsaurem Ammoniak gefüllt wurde. Durch Diffusion vereinigten sich die Flüssigkeiten innerhalb des Stöpsels und erzeugten daselbst einen Niederschlag. Derselbe erfolgte in einer bestimmten Schicht, der »Linie des stärksten Niederschlags«, woselbst sich die beiden Flüssigkeiten das Gleichgewicht hielten, am dichtesten. Auf der einen Seite herrschte die Kalklösung, auf der andern die Oxalsäurelösung vor. Auf der Kalkseite waren die kugeligen, auf der Oxalsäureseite die krystallinischen Formen die häufigeren.

Während sich auf ersterer nur kleine oder an ihren Ecken verlängerte und zu Krystallskeletten verzerrte Gestalten ausbildeten, zeigten sich auf der letzteren grössere, tafelförmige Krystalle mit einspringenden Winkeln. Die Figur *C* zeigt eine Reihe von Doppelkugeln, die oberen der Kalk- die unteren der Oxalsäureseite entnommen.

4) Phosphorsaure Magnesia. Auch in Betreff dieser Substanz wurden die Versuche mittelst des Stöpselapparates ausgeführt. Auf der Magnesiaseite waren spitze, nicht sehr vollkommene Krystalle, in der Mitte grössere strahlige Aggregate von Prismen, auf der Phosphorsäureseite endlich waren die Krystalle klein und abgerundet.

Den Schluss des Buches bildet eine genaue Angabe der zur Untersuchung der Blasensteine nöthigen Instrumente und Chemikalien.

Ref.: O. Lehmann.

10. W. Kohlrausch (in Strassburg): **Ueber die experimentelle Bestimmung von Lichtgeschwindigkeiten in Krystallen** (Inaug.-Diss. Würzburg 1878. — Wiedemann's Ann. d. Phys. 1879, **6**, 86—115.). **Zweite Mittheilung: Schiefe Schnitte in zweiaxigen Krystallen** (Wiedem. Ann. 1879, **7**, 427—435). — Hierzu Taf. XIII, Fig. 1 und 2 unten.

Der Verf. hat die Fresnel'sche Theorie der Lichtbewegung in doppeltbrechenden Krystallen einer eingehenden experimentellen Prüfung unterzogen, indem er die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten ebener Lichtwellen, deren Normalen in den optischen Hauptschnitten des Natronsalpeters, des Gypses und der Weinsäure liegen, bestimmte und die beobachteten Werthe mit den aus der Fresnel'schen Theorie abgeleiteten Werthen verglich. Die Bestimmung der Lichtfortpflanzungsgeschwindigkeiten in einer grösseren Zahl verschiedener Richtungen eines festen Körpers ist ermöglicht worden durch die Construction des Totalreflectometers von F. Kohlrausch (s. diese Zeitschr. **2**, 100 und Wiedem. Ann. 1878, **4**, 1). Der Verf. hat sich dieses Instrumentes und der von F. Kohlrausch angegebenen Beobachtungsmethode bedient.

Nach dieser Methode bringt man die zu untersuchende Fläche des festen Körpers in eine stärker brechende Flüssigkeit und beobachtet im diffusen homogenen Lichte den Oeffnungswinkel 2φ des Kegels, dessen Mantel die totalreflectirten Lichtstrahlen von den partiell reflectirten scheidet. Die Hälfte dieses Oeffnungswinkels, d. h. der Winkel φ, den die auf der Fläche des festen Körpers senkrecht stehende Kegelaxe mit einer Geraden des Kegelmantels einschliesst, ist dann der Winkel der totalen Reflexion für diejenige Richtung, welche gegeben ist durch die Schnittlinie der Fläche des festen Körpers mit der durch die Kegelaxe und jene Gerade gelegten Ebene. Aus dem Winkel φ und dem Brechungsindex N der Flüssigkeit ergiebt sich die Fortpflanzungsgeschwindigkeit v einer in der eben bezeichneten Richtung fortschreitenden Lichtwelle, bezogen auf die Lichtgeschwindigkeit in der Luft als Einheit, nach der Formel: $v = \frac{1}{N \sin \varphi}$.
Sind in einem beliebigen ebenen Krystallschnitt diese Lichtgeschwindigkeiten v in allen Richtungen bestimmt und werden dieselben von einem Punkte als Mittelpunkte aus nach den entsprechenden Richtungen als Längen aufgetragen, so liefern die Endpunkte den dieser Krystallfläche zukommenden Schnitt mit der Wellenfläche. Wenn die Fresnel'sche Theorie der Wirklichkeit entspricht, so muss die für einen gegebenen Krystall aus den drei Hauptlichtgeschwindigkeiten des-

selben berechnete Wellenfläche in den beobachteten Richtungen die beobachteten Lichtgeschwindigkeiten als Radiivectoren enthalten.

Aus der Gleichung der Wellenfläche:

$$(v^2 - b^2)(v^2 - c^2)x^2 + (v^2 - c^2)(v^2 - a^2)y^2 + (v^2 - a^2)(v^2 - b^2)z^2 = 0$$

worin $a > b > c$ die Hauptlichtgeschwindigkeiten bedeuten, folgt, dass in allen Schnitten optisch einaxiger und in allen Hauptschnitten optisch zweiaxiger Krystalle die Curve mit inconstantem Radiusvector ein Oval ist, dessen Gleichung stets die Form hat:

$$(v^2 - b^2)x^2 + (v^2 - a^2)y^2 = 0$$

bezogen auf die Hauptaxen des Ovals von den Längen a und b. Ist ψ der Winkel, den ein Radiusvector v mit der x-Axe einschliesst, so ist:

$$v^2 = b^2 \cos^2 \psi + a^2 \sin^2 \psi.$$

Sind also die Hauptlichtgeschwindigkeiten a, b, c eines Krystalles genau bestimmt, so lässt sich aus der letzten Gleichung jeder einem beobachteten Winkel ψ entsprechende Radiusvector v des Schnittovals berechnen.

Zum Anschleifen der reflectirenden Flächen bediente sich der Verf. einer von dem Mechaniker R. Fuess construirten Vorrichtung*). Die Schliffe wurden an einer Scheibe befestigt, die es erlaubte, dieselben im Schwefelkohlenstoff in ihrer eigenen Ebene zu drehen und die jedesmalige Stellung an einer kleinen Kreistheilung abzulesen. Die Beobachtung geschah im Allgemeinen nach den von F. Kohlrausch angegebenen Regeln. Der Brechungsindex des verwandten Schwefelkohlenstoffs wurde mit einem Goniometer im Hohlprisma für die Linie D bestimmt zu:

1,635375 bei 10,76° C.
1,62779 - 20
1,624302 - 24,54

Daraus ergiebt sich die Abnahme des Brechungsindex auf 1° zu 0,000797. Vor dem Beobachtungsfernrohr befand sich, in einem senkrechten Theilkreise drehbar, ein Nicol'sches Prisma, welches stets so gestellt wurde, dass seine Schwingungsebene mit derjenigen der gerade zu beobachtenden Welle zusammenfiel. Zur Erläuterung der Reihenfolge und der Methode der Ablesungen bei jeder einzelnen Beobachtung führt der Verf. die Zahlen einer Beobachtung zweier zusammengehöriger Geschwindigkeiten an:

Weinsäure, Schliffläche senkrecht auf der zweiten Mittellinie, Nr. 15 der Reihe (s. S. 625). Stellung der Scheibe, welche den Krystall trägt, abgelesen in Theilstrichen und gezählt von der Anfangsstellung an: 28,0. 27,8.

Polarisations-richtung:	Nonius: I.	II.	Temperatur:	
↕	60,83°	240,80°	19,5°	Links
↔	70,93	250,87	19,7	
↔	204,28	24,30	19,8	Rechts
↕	214,45	34,43	19,9	
↕	60,80	240,75	20,0	Links
↔	70,92	250,85	20,0	

*) Siehe P. Groth, Physikalische Krystallographie, S. 525, Nr. 26.

Polarisationsrichtung:	Nonius: I.	II.	Temperatur:	
↔	204,28	24,28	20,1	Rechts
↕	214,52	34,53	20,2	
↕	60,80	240,75	20,3	Links
↔	70,87	250,82	20,4	
↔	204,35	24,32	20,6	Rechts
↕	215,60	34,60	20,7	

Die erste Reihe giebt die Polarisationsrichtungen der Lichtwellen, die hier als in einem optischen Hauptschnitt senkrecht und horizontal liegen. Die zweite

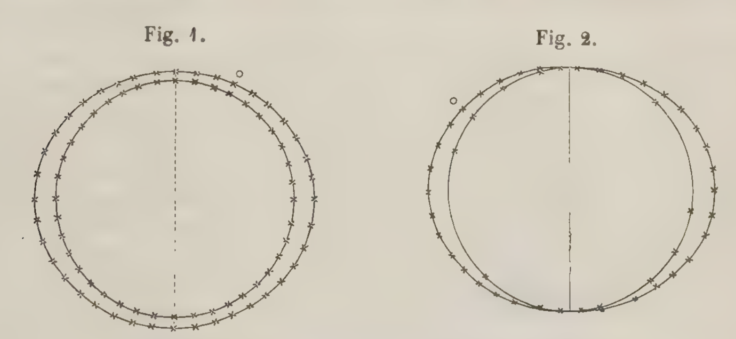


Fig. 1. Fig. 2.

und dritte Reihe enthalten die Nonienablesungen am oberen horizontalen Theilkreise. Die vierte Reihe giebt die Temperatur, die stets sofort nach der Einstellung abgelesen wird, ehe die Ablesung der Nonien stattfindet. Die fünfte Spalte sagt, ob die reflectirende Fläche bei der Beobachtung nach links oder nach rechts gewendet war.

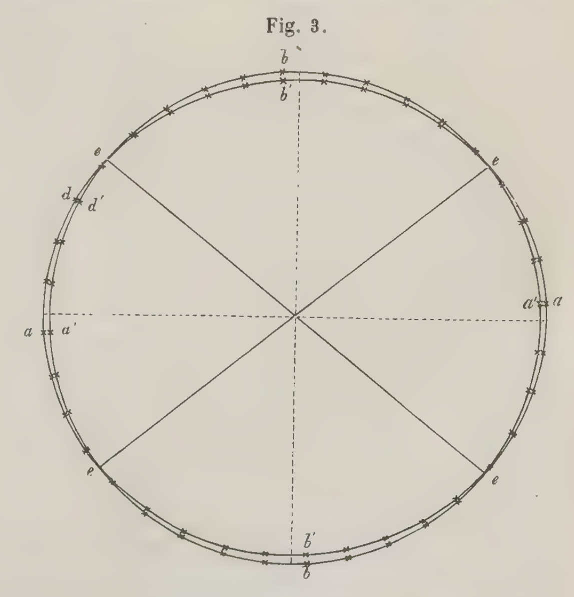


Fig. 3.

Die Berechnung geschah theilweise auf Grund der **graphischen Darstellung der beobachteten Grössen**, die in zweierlei Weise ausgeführt wurde. Die erste Art der Darstellung (s. die beistehenden Holzschnitte Figuren 1—5) liefert die wirklichen Schnittcurven einer Krystallfläche mit der Wellenfläche. Es sind nämlich die an der Scheibe beobachteten Grade der Drehung

auf einem Kreise als solche aufgetragen und auf jedem entsprechenden Radius die zwei zugehörigen Lichtgeschwindigkeiten als Längen markirt. Figur 1 stellt die Schnittcurven auf einer Spaltfläche, Figur 2 die auf einer zur Hauptaxe parallelen Fläche des Natronsalpeters dar. Fig. 3, 4 u. 5 bringen die Schnittcurven auf den optischen Hauptschnitten der Weinsäure zur Darstellung. Die Lichtgeschwindigkeit in Luft ist für Natronsalpeter etwa halb so gross wie für Weinsäure angenommen. — Bei der zweiten Art der Darstellung sind die Drehungsgrade als Abscissen, die Lichtgeschwindigkeiten als Ordinaten aufgetragen. Figur 1 und 2 unten auf Taf. XIII zeigen die Schnittcurven für dieselben Krystallflächen in der zweiten Art der Darstellung. In Figur 2 sind die der Ebene der optischen Axen angehörigen Curven mit *A*, die auf der ersten Mittellinie senkrechten mit I, die auf der zweiten senkrechten mit II bezeichnet. Die Punkte der verschiedenen Curven der Weinsäure, die in der Wellenfläche am gleichen Orte liegen, sind in beiden Darstellungen einer jeden Curve mit den gleichen Buchstaben *a b c d e* und *a' b' c' d' e'* bezeichnet und es liegen: *a a'* in der ersten, *b b'* in der zweiten Mittellinie, *c c'* in der Normalen der Ebene der optischen Axen, *d d'* in der Ebene der optischen Axen senkrecht auf einer derselben, *e e'* in einer optischen Axe. — Die Darstellungen der zweiten Art dienen nun zur Ermittelung

Fig. 4.

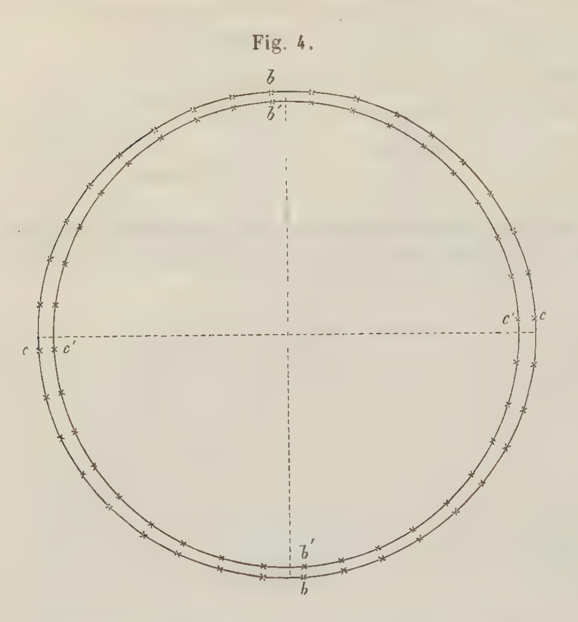
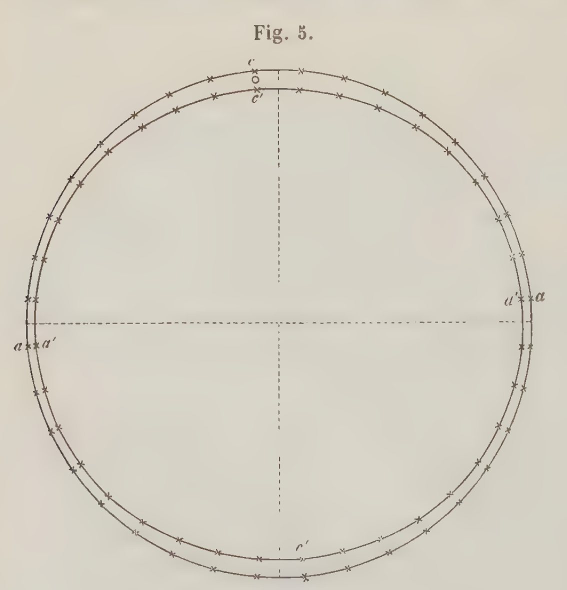


Fig. 5.



der Hauptaxen der beobachteten Schnittcurven. Die Beobachtungen liefern, da die Lage der kleinsten und grössten Ovalradien nicht mit genügender Sicherheit zu bestimmen ist, nicht direct die Lage der Hauptaxen der Schnittcurven, die der Berechnung zu Grunde gelegt werden muss. Aber die Schnittcurven sind zu diesen Axen symmetrisch, folglich müssen auch die Curven der zweiten Darstellung symmetrisch zu ihnen verlaufen. Wenn man also aus den zu gleichen Ordinaten gehörigen, zu je zwei einander zunächst liegenden Abscissenwerthen der zweiten Darstellung die Mittel nimmt, so geben dieselben stets die Abscisse einer Symmetrieaxe. Es wurden so je nach der Ordinatendifferenz der Curven 12 bis 20 und mehr Abscissen für jede der zwei Axen ermittelt und das Mittel aus ihnen (in Graden) als Abscisse einer Axe der Berechnung der Radiivectoren zu Grunde gelegt. Von der so ermittelten grösseren Axe zählt der Azimuthwinkel ψ.

Aus den vom Verf. zusammengestellten Resultaten möge als Beispiel die Beobachtungsreihe an der, senkrecht auf der zweiten Mittellinie stehenden Schliffflāche der Weinsäure angeführt werden. In der folgenden Tabelle stehen, ausser der laufenden Nummer der Beobachtung, in der ersten Reihe die Winkel ψ der Radiivectoren mit der grösseren Symmetrieaxe, positiv gezählt in der Richtung von der grösseren Axe zur kleineren. Die zweite und dritte Reihe geben die beobachteten und berechneten Radiivectoren, sämmtlich bezogen auf die Geschwindigkeit des Natronlichtes in der Luft als Einheit. Die vierte Reihe enthält die Fehler der beobachteten gegen die berechneten Grössen in Procenten derselben ausgedrückt, die fünfte endlich die Fehler der constanten Radiivectoren, also der des Kreises, gegen den aus ihnen berechneten und der Berechnung der Ovale zu Grunde gelegten Mittelwerth:

		Oval. Radiivectoren			Kreis
	ψ	beobachtet	berechnet	Fehler in %	Fehler in %
1	89,17	0,62322	0,62296	+ 0,042	— 0,020
2	81,33	62386	62369	+ 27	— 40
3	71,08	62611	62609	+ 03	— 13
4	60,58	63010	63004	+ 10	— 20
5	50,58	63454	63470	— 24	± 00
6	40,83	63943	63954	— 17	— 13
7	31,08	64414	64411	+ 05	— 07
8	21,33	64789	64790	— 02	— 07
9	11,33	65050	65052	— 03	± 00
10	1,33	65178	65158	+ 31	± 00
11	9,17	65106	65089	+ 26	+ 20
12	18,67	64886	64874	+ 18	+ 20
13	28,67	64515	64515	± 00	— 07
14	39,92	64047	64047	± 00	— 07
15	48,92	63540	63540	± 00	+ 40
16	58,67	63081	63087	— 01	+ 27
17	68,92	62693	62680	+ 26	— 07
18	78,92	62431	62409	+ 35	— 07
19	89,58	62325	62302	— 37	— 13

Hauptaxen des Ovals $b = 0,65160$, $c = 0,62302$.
Radius des Kreises $a = 0,66900$.

Das Endresultat spricht der Verf. durch den Satz aus: Die Fresnel'sche Theorie der Doppelbrechung in optisch ein- und zweiaxigen Krystallen führt auf eine Gestalt der Lichtwellenfläche, welche innerhalb sehr geringer Messungsfehler für optisch einaxige Krystalle überhaupt und für die optischen Hauptschnitte optisch zweiaxiger Krystalle experimentell bestätigt wurde.

Zum Schluss behandelt der Verf. die dem Auge auf einer Krystallfläche erscheinende Grenzcurve und ferner die Erscheinungen in den Richtungen der optischen Axen.

In seiner zweiten Mittheilung veröffentlicht der Verf. seine Beobachtungen an zwei schiefen Schnitten eines (optisch positiven zweiaxigen) Weinsäurekrystalles. Die beiden Schnitte waren nahezu, aber nicht genau senkrecht auf der Ebene der optischen Axen (oder dem sogenannten ersten Hauptschnitte); ferner war der eine Schnitt annähernd senkrecht, der andere parallel zu einer optischen Axe. Der Verf. giebt an, wie man auf optischem Wege die Lage eines schiefen Schnittes zu den optischen Symmetrieaxen, ferner die Lage eines Radiusvectors in einem schiefen Schnitte und in der Wellenfläche bestimmt und wie man dann die Grösse des Radiusvectors berechnet. Da der Verf. keine genügende Uebereinstimmung aller beobachteten mit den berechneten Radiivectoren erhielt, so musste er zur Erörterung der Frage schreiten: was wird bei dem Verfahren von F. Kohlrausch an schiefen Schnitten in zweiaxigen Krystallen gemessen? Es zeigte sich, dass die beobachteten Lichtgeschwindigkeiten die Wellennormalen zu den in der Beobachtungsebene gelegenen Strahlen sind, aber beobachtet in einer Richtung, welche man durch Projection der beobachteten Normalen auf die Beobachtungsebene erhält. Mit Berücksichtigung dieses Umstandes ergab sich, dass auch für schiefe Schnitte die Fresnel'sche Theorie der Lichtbewegung in Krystallen mit den Beobachtungen im Einklang ist.

Ref.: Th. Liebisch.

11. O. Lüdecke (in Halle): **Ueber Apophyllit** (Kryst. Beob. Halle 1878, S. 21 bis Schluss). Der Verf. untersuchte zunächst das Vorkommen vom Radauthal im Harz, wo sich, wie bereits Ulrich 1860 angegeben hat, dieses Mineral auf Prehnit findet, welcher den im Gabbro aufsetzenden Quarzgängen angehört. Die zuweilen auch direct auf Quarz aufgewachsenen Apophyllitkrystalle sind sehr klein, höchstens 1 mm lang, und zeigen die Flächen (111)P, (100)$\infty P \infty$, hier und da auch (001)oP und ein ditetragonales Prisma; die Mehrzahl ist trübe weiss, einige aber auch ganz wasserhell durchsichtig. Der Verf. theilt folgende Messungen mit:

An Krystall I:	$(111)(1\bar{1}1)$ =	75° 25,'3
	$(111)(100)$*)	52 39,1
- - II:	$(111)(1\bar{1}1)$	75 22,5
	$(111)(\bar{1}\bar{1}1)$	119 40,9
- - III:	$(111)(1\bar{1}1)$	75 21,3
- - VIII:	$(111)(1\bar{1}1)$	75 10,8
	$(111)(\bar{1}11)$	75 15,1
	$(111)(001)$	59 43,5—46'
	$(111)(\bar{1}\bar{1}1)$	119 20
	$(1\bar{1}1)(\bar{1}11)$	119 30,4

*) Nicht Pyramide zur Basis (111)(001), wie im Original steht. Der Ref.

Diese Winkel stimmen weniger gut unter einander überein, als man nach den sehr kleinen Differenzen der Einzelablesungen, welche der Verf. sämmtlich anführt, erwarten sollte; allerdings wird angegeben, dass ein Theil der Flächen mehrfache Bilder reflectirte. Ein Krystall zeigte zwei zu (111)*P* vicinale Flächen, deren Messungen etwa auf die Indices (11.11.10) und (88.93.95) führten.

Zum Vergleich wurde ein Krystall von Farör gemessen:

$$(111)(1\bar{1}1) = 75^0\ 49{,}'7 \quad \text{berechnet: } 75^0\ 50'$$
$$(1\bar{1}1)(\bar{1}\bar{1}1) \quad — \ 52{,}3$$
$$(111)(\bar{1}\bar{1}1) \quad {}^*120\ 45{,}4$$

Aus dem letzten Winkel folgt $a : c = 1 : 1{,}2422$.

Das von den beiden Flächen $(111)(\bar{1}\bar{1}1)$ gebildete Prisma mit dem brechenden Winkel $59^0\ 14{,}'6$ wurde zur Bestimmung der Brechungsexponenten benutzt; es ergab sich:

	ω	ε
Cs	1,5311	1,5335
Na	1,5356	1,5368

An einem Krystall von Hestöe, an welchem $(111)(001)(\bar{1}\bar{1}1)$ nicht genau in einer Zone lagen, wurde gemessen:

$$(111)(\bar{1}\bar{1}1) = 120^0\ 43{,}'1,$$

Dies giebt $a : c = 1 : 1{,}2436$. Die Brechungsexponenten für *Na* ergaben sich hier:

$$\omega = 1{,}5331 \qquad \varepsilon = 1{,}5414$$

Ein Andreasberger Krystall lieferte:

$$(111)(\bar{1}\bar{1}1) = 120^0\ 29{,}'7$$
$$a : c = 1{,}2371$$

und die Brechungsexponenten:

	ω	ε
Li:	1,5309	1,5332
Na:	1,5337	1,5356

Ref.: P. Groth.

12. K. Preis (in Prag) und **K. Vrba** (in Czernowitz): **Ueber einige Mineralien aus dem Diabas von Kuchelbad** (Böhm. Gesellsch. d. Wiss. Sitzungsber. 1879). In den Augitgrünsteinen, welche an dem genannten Orte nächst Prag in den untersilurischen Schichten auftreten, finden sich auf Klüften und in Drusenräumen mehrere secundäre Mineralbildungen, von welchen die folgenden näher untersucht wurden.

Datolith, dessen Beschreibung bereits von K. Vrba in dieser Zeitschr. **4**, 358 f. gegeben wurde.

Analcim. Farblose und weisse Kryställchen (211)2 *O* 2, einzeln auf Datolith oder in Drusen auf dem Diabas, gewöhnlich von Calcit überdeckt. Die Resultate einer Analyse sind:

SiO_2	54,76
Al_2O_3	23,64
CaO	0,33
Na_2O	13,52
H_2O	8,53
CO_2	0,12
	100,90

40*

Prehnit. Stängelige Aggregate, welche oberflächlich stark gewölbte Flächen von $(110)\infty P$ und minimale von $(031)3\,P\breve{\infty}$ darbieten und von Datolith überlagert werden. Die Zusammensetzung ist:

SiO_2	42,03	43,52
Al_2O_3	23,31	24,13
CaO	26,78	27,72
MgO	0,40	0,41
H_2O	4,07	4,22
$CaCO_3$	4,25	—
	100,84	100,00

Natrolith. Seltener als die vorgenannten; in farblosen Nadeln, Combinationen von $(110)\infty P$, $(010)\infty\breve{P}\infty$, $(111)P$, $(100)\infty\bar{P}\infty$, $(11.10.11)\bar{P}\frac{11}{10}$. Analysirt wurden zwei faserige Varietäten, von weisser I und von grünlicher Farbe II:

	I.		II.	
SiO_2	39,17	43,25	35,36	45,66
P_2O_5	Spur	—	0,05	0,06
CO_2	3,43	—	10,42	—
Al_2O_3	23,00	25,41	16,17	20,88
Fe_2O_3	—	—	1,07	1,38
MnO	—	—	0,04	0,05
FeO	—	—	1,15	1,49
CaO	10,17	6,41	15,40	2,76
MgO	—	—	4,05	5,23
K_2O	nicht best.	—	1,42	1,83
Na_2O	14,01	15,47	8,46	10,92
H_2O	8,57	9,46	7,54	9,74
	98,35	100,00	101,13	100,00

Diese Zahlen stimmen nicht mit den vorliegenden Natrolith-Analysen und lassen, abgesehen von dem Kalkcarbonat, auf unreines Material schliessen, womit auch der mikroskopische Befund in Uebereinstimmung ist.

Albit. Diese bereits vor längerer Zeit von Bořicky nachgewiesene interessante Neubildung zeigt sich in sehr kleinen Zwillingen (das Nähere s. diese Zeitschrift **4**, 360), als unmittelbarer Ueberzug der Gesteinsflächen in Klüften, häufig von Calcit überdeckt.

Quarz-Krystalle in Drusen auf zersetztem Diabas und in Calcit eingewachsen.

Calcit in Drusen und in einzelnen Kryställchen, vorwaltend $(10\bar{1}1)R$, auf Datolith und Analcim. Abgebildet wird aus einem Drusenraume ein Krystall von »doppelter Bildung« $(02\bar{2}1)-2R$ trägt auf beiden Polen die Form $(21\bar{3}1)R3$ in paralleler Stellung. Die Zusammensetzung des derben, die Klüfte erfüllenden Calcites ist:

CaO	55,64
CO_2	44,24
MgO	Spur
K_2O	0,07
Na_2O	0,23
SiO_2	0,11
	100,29

Ref.: v. Zepharovich.

13. J. von Schröckinger (in Wien): **Zwei neue Harze aus Mähren** (Verhandlungen der k. k. geolog. Reichsanstalt, Wien 1878, S. 387—390). In dem der Kreideformation eingelagerten Kohlenflötz zu Mährisch-Trübau finden sich zwei verschieden aussehende Harze. Nach der chemischen Untersuchung des Herrn Dietrich in Přibram lässt sich die Zusammensetzung derselben durch die empirischen Formeln $C^{20}H^{28}O^{2}$ und $C^{18}H^{25}O^{2}$ ausdrücken; doch erklärt Herr Dietrich selbst diese Formeln für nahezu werthlos, weil das Verhalten der Harze gegen die Reagentien und insbesondere ihre Löslichkeit darauf hindeuten, dass Gemenge mehrerer Harze vorliegen. Herr von Schröckinger nimmt »jedoch keinen Anstand, diese Harze als Species aufzustellen« und nennt die erste schmutziggelbe, weichselharzähnliche Substanz »Muckit«, die zweite retinitähnliche »Neudorfit«.

Ref.: H. Bücking.

14. H. Credner (in Leipzig): **Alunit im Oligocän des Leipziger Kreises** (Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesell. **30,** 1878, S. 617—618). In einer Sandgrube bei Bennewitz unweit Wurzen finden sich in grosser Menge und in gesetzloser Vertheilung in dem feinen Quarzsande eingestreut erbsen-, nuss- bis beinahe apfelgrosse kugelige Concretionen von Alunit. Ihre flachhöckerige Oberfläche wird von einer etwa 1 mm dicken, braunen Kruste von durch eisenschüssiges Bindemittel verkitteten Quarzkörnern gebildet, während ihr Inneres aus einer weissen bis lichtstrohgelben oder blasschamoisfarbigen, dichten oder feinerdigen und dann abfärbenden Masse besteht. Dieselbe besitzt das specifische Gewicht 2,645, einen flachmuscheligen Bruch und äussere grosse Aehnlichkeit mit gewissen Aluminiten. Zwei von Herrn A. Frenzel in Freiberg (I) und von Herrn A. Schwarz in Leipzig (II) ausgeführte Analysen ergeben folgende Resultate:

	I.	II.
SO_3	34,71	34,93
Al_2O_3	37,02	38,94
Fe_2O_3	1,03	1,20
K_2O	9,80	8,83
Na_2O	1,25	—
MgO	0,16	0,56
SiO_2	0,15	0,25
P_2O_5	0,82	1,03
Unlösliches	0,60	0,10
Feuchtigkeit	0,20	—
Wasser	14,26	14,12
	100,00	99,96

Ref.: H. Bücking.

15. G. Rolland (in Paris): **Tellurmineralien aus Boulder Co.** (notice sur les tellurures d'or et d'argent du comté de Boulder, Colorado, États-unis; Annales des mines; VII. série; 1878, **13,** 159—176). Die Lagerstätten der Tellurverbindungen in Boulder Co., welche im Jahre 1873 entdeckt wurden, befinden sich unter dem 40. Breitengrade nahe bei Boulder City und erstrecken sich über ein 6—8 km breites und etwa 30 km langes Gebiet. Dasselbe besteht aus Gneiss, Quarzit, Quarzitschiefer, Glimmerschiefer, Amphibolschiefer und aus Granit;

Eruptivgesteine verschiedenen Alters durchsetzen gangförmig jene Gebilde. Nach Osten folgen auf die krystallinen Schiefer der Reihe nach Trias-, Jura-, Kreide- und Braunkohle führende Schichten. Die Erzgänge, auf welchen die Tellurmineralien vorkommen, besitzen im Allgemeinen bei steilem Einfallen ein Streichen von Nordost nach Südwest. Ausser den bereits von Genth (in dieser Zeitschr. **2**, 1—13) beschriebenen Tellurverbindungen finden sich noch folgende: 1) Tetradymit als $Bi_2 Te_3$ oder auch wohl $Bi_2 Te_2 Se$ oder $Bi_2 Te_2 S$; 2) Melonit ($Ni_2 Te_3$ mit 23,51 Ni und 76,49 Te), 3) Altait ($Pb Te$ mit 61,79 Pb und 38,21 Te; zuweilen ist bis 1% Pb ersetzt durch Ag); 4) Petzit (und zwar im Allgemeinen von der Formel $Au_2 Te + 3 Ag_2 Te$ mit 25,25 Au, 41,75 Ag und 33 Te); 5) Sylvanit (Schrifterz) von der Formel $4 Au_2 Te + 3 Ag_2 Te$ (mit Spuren von Antimon, Blei und Kupfer) oder von der Formel $Au_2 Te + Ag_2 Te$; die Varietäten Weisserz oder Gelberz enthalten bis 8,5% Antimon und nahezu 14% Blei; der Müllerin 19,5% Blei. Das gediegene Tellur von der Grube John Jay hat nach zwei Analysen des Herrn L. P. Jennings folgende Zusammensetzung (vergleiche auch Genth, a. a. O., S. 2):

Te	58,40	71,36
Au	1,36	7,36
Ag und *Hg*	Spur	—
Pb	Spur	4,81
Quarz und Silicate	11,34	13,86
$Fe_2 O_3$	4,37	1,53
Eisenkies	24,92	0,88
	100,39	99,80

Das häufigste Tellurerz auf den Gängen ist der Sylvanit, nach ihm kommen der Hessit und der Petzit. Andere Erze, welche die Tellurverbindungen begleiten, sind gediegen Gold, das entweder drahtförmig oder in kleinen Blättchen und Körnern vorkommt, Eisen- und Kupferkies, Blende und Bleiglanz. Die Gangmasse besteht hauptsächlich aus hornsteinähnlichem Quarz, welchem die Tellurmineralien in Form von Krystallen oder in äusserst feiner Zertheilung eingelagert sind; in letzterem Falle erhält der Quarz eine schwarze Farbe. Neben ihm finden sich auch noch grüner Quarz (s. Genth a. a. O., S. 10), sowie chlorit- und talkähnliche Massen, Feldspath und Flussspath, letzterer zuweilen in ziemlich grosser Menge.

Ref.: H. Bücking.

16. Derselbe: Die Quecksilberlagerstätten in Californien (les gisements de mercure de Californie, ebenda 1878, **14**, 384—432). Die ausführliche Darstellung, welche der Verf. auf Grund eigener Anschauung von den Quecksilberlagerstätten Californiens giebt, ist weit genauer als die bereits in dieser Zeitschrift (**3**, 641) im Auszug mitgetheilte Notiz von W. P. Blake, so dass es gerechtfertigt erscheint, die Hauptresultate in Kürze anzugeben. Die Region der Quecksilbererze erstreckt sich über 600 Kilometer vom Cap Trinity nach Süden längs des Küstengebirges von San Francisco vorbei. Die der Kreide und dem Tertiär angehörenden Schichten setzen sich aus Talk, Glimmer und Quarz führenden Gesteinen, Serpentinen, Thonen, Sandsteinen, Kalken und Dolomiten zusammen. Etwa in der Mitte des langen Zuges, ungefähr in der Breite von San Francisco,

durchbrechen Eruptivgesteine*), zum Theil gangförmig, die Sedimente, vornehmlich Serpentin, Trachyt, Obsidian, Bimstein und Basalt mit Aschen und Schlacken. Auch ein Glaukophan führendes Gestein, reich an Granat und Smaragdit und ähnlich den Glaukophan führenden Gesteinen von Syra und Neucaledonien, wird als Eruptivgestein [?] erwähnt. Fast das ganze Schichtensystem ist mehr oder weniger imprägnirt von Quecksilber, hauptsächlich in Form von Zinnober, zuweilen auch von gediegen Quecksilber. Der Zinnober kommt selten in grossen Krystallen vor (besonders schön auf den Gruben Phönix und Redington (Lake Co.); vergl. darüber Bertrand, diese Zeitschr. **2**, 199). Neben ihm findet sich noch der Metacinnabarit; auch Selenverbindungen des Quecksilbers werden angeführt. Begleitet werden die Quecksilbererze in dem Küstengebirge von Chalcedon und halbopalähnlichen Substanzen, von Eisenkies und anderen Schwefelmetallen, von Schwefel, sowie von Bitumen, Erdöl und verschiedenen anderen bituminösen Substanzen, von welchen der Posepnyt (s. diese Zeitschr. **3**, 320) und der Aragotit besonders erwähnt werden. Der letztere, ein neuer flüchtiger Kohlenwasserstoff, welcher von Durand aufgefunden wurde, kommt in gelben Schüppchen in einem kieseligen Dolomit auf der Grube Neu-Almaden und auf Zinnober der Grube Redington vor. Er enthält weder Arsen noch Schwefel, noch irgend ein Metall und ist unauflöslich in den gewöhnlichen Säuren und in Alkohol und Aether. Auch Ausströmungen von Kohlensäure, Kohlenwasserstoffen, sowie warme Mineralquellen, Solfataren, Exhalationen von Borsäure, werden zuweilen auf den Quecksilbererzlagerstätten beobachtet. Die Quecksilbererze scheinen in gewissem Zusammenhang mit den Serpentinen zu stehen; letztere führen aber nicht immer Erze. Auch in den Trachyten, Obsidianen und Basalten trifft man nicht selten Zinnober; so wird auf der Grube Sulphur Bank (Lake Co.) ein Trachytstrom posteocänen Alters, welcher Zinnober führt, abgebaut. Wie in Nevada (in Wahson Co.), so existiren auch in Californien Geysirs und Thermalquellen, welche poröse, zum Theil krystallinische Kieselsäure mit einem Gehalt an Schwefel und Zinnober absetzen. Verf. glaubt annehmen zu dürfen, dass diese Quecksilberausströmungen längs des Küstengebirges mit dem wahrscheinlich zwischen der Eocän- und Miocänzeit erfolgten Ausbruch des Serpentins begonnen und bis zur Jetztzeit fortgedauert haben. Die Hauptquecksilbergruben in Californien sind die Gruben Neu-Almaden, Redington und Sulphur Bank, welche der Verf. näher beschreibt.

Was das Vorkommen von Quecksilber in der Sierra Nevada betrifft, so wird mitgetheilt, dass nach Withney die Erze dort sich auch in triadischen Schichten eingesprengt zeigen.

Ref.: H. Bücking.

17. Zappe (in Yokohama): **Der Bergbau Japans und seine Haupterzeugnisse** (Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im preussischen Staate 1879, S. 204—220; vergl. auch Helmhacker, kurze Uebersicht der geolog. Verhältnisse Japans und der dort vorkommenden nutzbaren Mineralien; Leobener, Jahrb. 1879, B. III). Von den nutzbaren Mineralien Japans werden in dieser Arbeit folgende erwähnt: 1) Gediegenes Silber und gediegenes Gold, zuweilen Legirungen beider; Schwefelverbindungen von Silber und Gold. Die Erze finden sich auf Quarzgängen in Begleitung von Eisen- und Kupferkies, in der Regel auch

* Näheres über diese Eruptivgesteine findet man bei Richthofen, Mittheil. von der Westküste Nordamerikas; Zeitschr. der deutsch. geolog. Ges. **20**, 663.

Der Ref.

mit etwas Zinkblende und Bleiglanz, seltener mit Antimonglanz. 2) Kupferkies, oft gemengt mit Eisen- und Arsenkies; Kupferglanz, Kupferfahlerz (Antimon-, Blei- und Silber-haltig); Bournonit. Die bedeutendsten Kupfererzlagerstätten befinden sich im nördlichen Theil der Insel Nippon. 3) Magnetit in grossen derben Massen (in der Provinz Rikuchiu im Norden von Nippon), und als Sand (an der Westküste Nippons unterhalb Niigata im Meere); Eisenglanz; Rotheisenstein. Brauneisenstein; Eisenkies, zum Theil goldhaltig. 4) Bleiglanz, bisweilen silberhaltig, in Begleitung von Blende, Kupfer- und Eisenkies; Jamesonit (Heteromorphit) in langstrahligen, faserigen Krystallen von bleigrauer Farbe; Plagionit in körnigen Aggregaten von schwarzgrauer Farbe. 5) Grauspiessglanzerz und Pyrolusit. 6) Zinnerze (welche, ist nicht näher angegeben). 7) Graphit, Kohlenblende (Braunkohle und Torf), Petroleum.

Ref.: H. Bücking.

18. **A. Michel-Lévy** (in Paris): **Ueber die wahrscheinliche Identität von Mikroklin und Orthoklas** (Identité probable du microcline et de l'orthose; Bulletin de la soc. minér. de France 1879, Nr. 5, p. 135—139).

Im Allgemeinen zeigt der Mikroklin selbst in den dünnsten Schliffen und bei der stärksten Vergrösserung keine scharfen Grenzen zwischen den Zwillingslamellen nach dem Albit- und Periklingesetz, aus denen er sich aufbaut. Bei manchen Mikroklinen werden die Lamellen sogar so fein, dass sie selbst bei stärkster Vergrösserung nicht mehr als solche erkannt werden können; man glaubt dann einen einheitlichen Feldspath vor sich zu haben, der, was seine optischen Eigenschaften anlangt, sich ganz wie Orthoklas verhält. Ein Beispiel eines solchen Mikroklins zeigen die als Carlsbader Zwillinge ausgebildeten Krystalle aus einem Mikrogranulitgange im Granit von St. Honoré bei Luzy (Nièvre).

Verfasser gelangt, mit Rücksicht auf die Beobachtung von Des Cloizeaux, dass Orthoklas und Mikroklin fast regelmässig mit einander verwachsen vorkommen, und mit Berücksichtigung der Thatsache, dass ihre chemische Zusammensetzung die gleiche und ihre Krystallform eine ganz ähnliche ist, zu dem Schluss, dass Mikroklin und Orthoklas ein und dasselbe Mineral sind. Wie Verf. durch eine einfache Betrachtung nachzuweisen sucht, wird nämlich die Vereinigung der feinen submikroskopischen Mikroklinlamellen, welche, soweit sie Zwillingslamellen nach dem Albitgesetz sind, symmetrisch zu (010), und soweit sie Zwillingslamellen nach dem Periklingesetze sind, symmetrisch zu einer der Fläche (010) sehr benachbarten [zu (001) senkrechten] Fläche liegen, den Eindruck machen, wie ein einheitlicher Krystall, der die Fläche (010), zur Symmetrieebene hat. Bei einem solchen Mikroklin wird daher eine Elasticitätsaxe senkrecht zu dieser Symmetrieebene sein, die beiden anderen Axen werden in der Symmetrieebene liegen; und in dieser haben sie, wie bereits Des Cloizeaux angiebt, bei allen Mikroklinen durchschnittlich die gleiche Lage wie bei dem Orthoklas. In der That genügen auch die meisten Orthoklase (die analogen) bezüglich der Lage der ersten und zweiten Mittellinie und des Charakters der Doppelbrechung den Anforderungen, welche sie, falls man sie als Mikrokline deutet, erfüllen müssen. Nur die Grösse des Axenwinkels variirt bei dem Orthoklas mehr als bei dem Mikroklin. Diese Veränderung sucht der Verfasser zu erklären durch die Annahme von Contactwirkungen, welche die feinen submikroskopischen Lamellen, namentlich unter dem Einfluss höherer Temperatur, auf einander ausüben und welche zwar die Symmetrie des ganzen Krystalls nicht stören, auch keine Ver-

änderung in der Lage der Elasticitätsaxen hervorrufen, wohl aber eine Veränderung in der Gestalt des Elasticitätsellipsoids; und gerade die letztere Veränderung hängt auf das engste mit der Veränderlichkeit des optischen Axenwinkels bei dem Orthoklas zusammen.

Ref.: H. Bücking.

19. Rud. Scharizer (in Wien): **Notizen über einige österreichische Mineralvorkommen** (Verhandl. der k. k. geolog. Reichsanstalt 1879, S. 243—247).

1) Columbit aus Granit vom Riesengebirge. Ein Krystallfragment, 2,85 cm gross, zeigt die Flächen $\infty\bar{P}\infty(100)$, $\infty\breve{P}\infty(010)$, $oP(001)$, $P(111)$, $\infty\breve{P}3(130)$, $\infty\breve{P}6(160)$ und $2\bar{P}2(211)$, ähnlich dem von Schrauf in seiner Monographie (Sitzungsber. d. Wien. Akad. 1861) unter Fig. 3 und in »Dana's Mineralogy« unter Fig. 430 abgebildeten Krystall. 2) Blutrother Pyrop aus dem licht- bis dunkelgrünen Serpentin von Kremže bei Budweis zeigte das spec. Gewicht 3,66. Die Analyse ergab die unter (I.) angeführte Zusammensetzung. Der Serpentin, welcher ein spec. Gewicht von 2,906 besitzt, wurde gleichfalls analysirt (II.):

	I.	II.	III.
SiO_2	40,45	40,46	24,24
Al_2O_3	19,67	0,50	22,13
Fe_2O_3	4,05	—	18,73
Cr_2O_3	2,60	1,53	—
FeO	6,90	8,85	12,34
CaO	5,78	2,49	—
MgO	20,79	35,67	9,02
H_2O	—	10,52	12,67
	100,24	100,02	99,13

3) Eine Pseudomorphose von chloritähnlichen Substanzen nach Granat aus dem Oetzthale in Tyrol, von wo ähnliche Zersetzungsproducte des Granats bereits von Niedzwiedski und v. Hauer analysirt worden sind, zeigte die unter III. gegebene Zusammensetzung, daneben noch Spuren von CO_2 und Mn.

Ref.: H. Bücking.

20. K. F. Peters (in Graz): **Ueber nutzbare Mineralien der Dobrudscha** (ebenda S. 160—162).

Es werden erwähnt: 1) Salz, als Ausblühung an den Rändern verschiedener Seen, deren Salzgehalt 1,456—1,325 Proc. beträgt. 2) Eisenglanz; mit Quarz in einem granitischen Gestein vom Gipfel Sakar-Bair bei dem Dorfe Atmadscha westlich von Baba-Dagh; ferner in dem Denis-Tepe bei Adschilar nördlich von Baba-Dagh. 3) Kupferkies und Pyrit in einem Lagergang von Kieselkalkstein mit Nestern von Quarz nach Baryt, westlich und östlich von der Hauptstadt Tuldscha bei Kischla und gegen Malkodsch (vergl. Denkschriften der k. Akad. der Wissenschaften **27**, 1864).

Ref.: H. Bücking.

21. K. John, Bergtheer und Ozokerit von Oran (Verhandl. der k. k. geol. Reichsanstalt 1879, S. 104).

Dickflüssiger Bergtheer (I.) von Oran, von rein schwarzer Farbe und petroleumartigem Geruch, und als Ozokerit bezeichnetes Gemenge (II.) von Bergtheer

mit Ozokerit, welch' letzterer als schwarzes weiches Wachs erscheint, ebenfalls von Oran hatten die unten unter I. und II. angeführte Zusammensetzung. Zum Vergleich wurde noch ein Bergtheer von Moslarina in Kroatien der Destillation unterzogen, er hatte die Zusammensetzung III.

	I.	II.	III.
Wasser bei 100° C.	7,59	5,0	21,8
Leichte ölige Producte bei 200—300° C.	48,11	14,0 *)	48,2 **)
Schwere paraffinhaltige Kohlenwasserstoffe	16,92	9,5	—
Rückstand in der Retorte	24,05	69,5	24,4
Gasförmige Kohlenwasserstoffe und Verlust	3,33	2,0	5,6
	100,00	100,0	100,0
Aschengehalt	0,41	58,54	—

Ref.: H. Bücking.

22. Fr. von Hauer (in Wien): **Ein neues Vorkommen von Cölestin im Banate** (ebenda S. 216). Die von J. Kudernatsch (Sitzungsber. d. k. Akad. der Wissensch. **23,** S. 105; vergl. auch Zepharovich, Min. Lex. **1,** S. 491) erwähnten Aragonitkrystalle aus dem Neocomkalk vom Stefansstolln in der Schittjn nordwestlich bei Steyerdorf haben sich nach der näheren Untersuchung des Verfassers als Cölestin erwiesen. Die grauweissen bis farblosen prismatisch ausgebildeten Krystalle sitzen auf einem Gemenge von Cölestin mit Calcit; sie erreichen eine Länge von 14 mm bei einem Durchmesser bis 5 mm, und sind an ihren ausgebildeten Enden vollkommen wasserhell und durchsichtig. Es wurden folgende Formen beobachtet:

$$\breve{P}\infty \;.\; P \;.\; \infty P \;.\; \tfrac{1}{2}\bar{P}\infty \;.\; \infty\bar{P}\infty \;.\; \breve{P}4 \;.\; \infty\breve{P}2 \;.\; \infty\breve{P}\infty \;.\; oP$$
$$(011)\;(111)\;(110)\;(201)\;(100)\;(144)\;(120)\;(010)\;(001)$$

Vorwaltend sind die Flächen von $\breve{P}\infty$; sie sind parallel $\infty\bar{P}\infty(100)$ gestreift; recht klein sind die Flächen $\frac{1}{2}\bar{P}\infty(201)$ und $\infty\bar{P}\infty(100)$; am kleinsten und nicht an allen Krystallen vorhanden sind $\breve{P}4(144)$, $\infty\breve{P}2(120)$ und $\infty\breve{P}\infty$ (010).

Ref.: H. Bücking.

23. E. Tietze (in Wien): **Die Mineralreichthümer Persiens** (Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt, Wien 1879, **29,** S. 565—658). Verf. beabsichtigt in dieser Abhandlung eine Uebersicht über die nutzbaren Mineralien Persiens zu geben, und hat zu dem Zweck die in der Literatur zerstreuten Angaben über Mineralvorkommen in Persien gesammelt, denselben seine eigenen Beobachtungen hinzugefügt und das Ganze in übersichtlicher Form zusammengestellt. Grössere Abschnitte der Arbeit handeln über das Vorkommen von Steinkohlen, Braunkohlen und Naphtha, von Eisenerzen (Braun- und Rotheisenstein, Magneteisen und Eisenglanz), von Kupfererzen (gedieg. Kupfer, Rothkupfererz, Kupferkies, Buntkupfererz, Kupferlasur und Malachit), von Bleierzen (Bleiglanz, zum Theil silberhaltig, und etwas Weissbleierz), von Schwefel (vulkanischen Ursprungs am Demavend, aber auch mehrfach in Sedimenten eingelagert), von Gyps und Steinsalz.

*) Spec. Gewicht des vollkommen mit dem Petrolen ($C_{40}H_{64}$) aus dem Asphalt von Bechelbronn übereinstimmenden Oels beträgt 0,893.

**) Spec. Gewicht = 0,891.

Letzteres tritt in Persien in grosser Menge auf; es besitzt vorwiegend ein tertiäres Alter. Ausserdem kommen noch folgende für Persien weniger wichtig und seltener auftretende, daher auch vom Verf. kürzer besprochene Producte vor: Borax, Salpeter, Alaun, Wüstensalze (Gemenge von Koch- und Bittersalz, zum Theil mit schwefelsaurem Natron und wohl auch mit Chlormagnesium, die sich als Ausblühungen des Bodens im persischen Hochlande und in den Salzsteppen finden), Auripigment und Realgar, Manganerze (Schwarzmangan), Kobalterze (welche, ist nicht näher bekannt), Nickelerze (unter ihnen Rothnickelkies), Zinkerze (Zinkblüthe, Blende, Zinkspath), Zinnerz, Gold (im Ganzen selten), Silbererze (Sprödglaserz, Silberkupferglanz und Rothgiltigerz), Quecksilbererze (fraglich), Platin (fraglich); Granat, Rubin, Smaragd, Türkis, Lapis-Lazuli. Dann wird kurz des Marmors, Dachschiefers und Thones in Persien gedacht, und schliesslich mehrerer Substanzen (Halloysit, Hydromagnocalcit, Steinmark), welche insofern interessant sind, als in Persien, namentlich bei den Frauen, die Gewohnheit besteht, dieselben zu essen.

Ref.: H. Bücking.

24. N. von Kokscharow (Sohn in Petersburg): **Genaue Messungen der Epidotkrystalle von der Knappenwand im Sulzbachthal** (Verhandl. der Russ. mineralog. Gesell. St. Petersburg [2] **15**, 31—119; 1879).

Nach einer langen Einleitung, die zum grössten Theil der Arbeit des Ref. über den Epidot (diese Zeitschrift 1878, **2**, 321 etc.) entlehnt ist, und nur an einigen Stellen sich derselben insofern nicht anschliesst, als einzelne in derselben gegebene Berichtigungen in früheren Arbeiten enthaltener Irrthümer übersehen wurden und einige Ausführungen des Ref. falsch verstanden sind (so spricht Verf. von 22 verschiedenen Krystallen, die Lévy beobachtet habe; Ref. hatte a. a. O. gesagt, dass Lévy an den Krystallen von nur fünf der von ihm genannten Fundorte im Ganzen 22 Combinationen beobachtet und abgebildet habe), geht der Verf. über zu der Beschreibung der Sulzbacher Epidote. Diese ist eine Aufzählung bisher bekannter Thatsachen, enthält aber in Bezug auf das mehr oder weniger häufige Auftreten einzelner Flächen mehrfache Widersprüche (so ist z. B. die Fläche $y(\bar{2}11)$ auf S. 16 eine »gewöhnliche« Form; auf der folgenden Seite liest man, dass sie nur an den selteneren die Fläche $P(010)$ grösser zeigenden Krystallen vorkommt). Unter den Zwillingskrystallen nach dem Orthopinakoid [offenbar aber nur unter den vom Verf. untersuchten Krystallen, da er die vom Ref. beschriebenen (a. a. O. S. 330 oben) Zwillingskrystalle mit gross entwickelter Symmetrieebene gar nicht erwähnt] glaubt Verf. drei Typen unterscheiden zu können, erstens Zwillinge mit einspringendem Winkel an der Seite, ferner Zwillinge mit zurücktretendem oder fehlendem einspringendem Winkel, und drittens Zwillinge, an welchen das erste Individuum andere Endflächen zeigt, als das zweite. Letztere Zwillinge dürften, falls sie überhaupt häufiger vorkommen, und nicht als in der Entwicklung gestörte Krystalle zu betrachten sind, sich besser den beiden erstgenannten Typen anschliessen, auf welche Ref. bereits in seiner Arbeit (S. 329 unten) aufmerksam gemacht hat.

Verf. will ausser den »Zwillingskrystallen nach dem Orthopinakoid« noch einen »Durchkreuzungszwilling« beobachtet haben. Ob dieser »Durchkreuzungszwilling« ähnlich dem von G. vom Rath am grünen Epidot aus dem Zillerthal beobachteten Durchkreuzungszwillinge nach dem Orthopinakoid oder ob er einen Zwilling nach einem anderen Gesetze darstellt, erwähnt der Verf. nicht; dem Ref. ist das Vorkommen von Durchkreuzungszwillingen aus dem Sulzbachthal

nicht bekannt. Seltener [wesshalb?] noch als dieser »Durchkreuzungszwilling« ist nach dem Verf. die zuerst (N. Jahrb. 1872, 913) und nur einmal von Klein beobachtete Zwillingsbildung nach der Basis; Verf. hat unter etwa 100 Epidotkrystallen aus dem Sulzbachthal dieses Gesetz nur einmal aufgefunden. Jedenfalls wird hierdurch die vom Ref. a. a. O. S. 330 auf Grund seiner Untersuchungen an einem noch reicheren Materiale ausgesprochene Ansicht, dass das Gesetz »Zwillingsebene die Basis« sehr selten ist, vollkommen bestätigt.

Zahlreiche Messungen, welche Verf. an 37 ausgewählten Epidotkrystallen aus dem Sulzbachthale mit Hülfe eines mit zwei Fernröhren versehenen Mitscherlich'schen Goniometers anstellte und in sehr ausführlicher Weise mittheilt, ergaben ihm für das Axenverhältniss des Sulzbacher Epidots die Werthe:

$$a : b : c = 1,5787 : 1 : 1,8036$$
$$\beta = 64^0\ 36'\ 50''$$

Mag dieses Axenverhältniss, welches von dem von Klein für die Sulzbacher Epidote aufgestellten Axenverhältnisse

$$a : b : c = 1,5807 : 1 : 1,8057$$
$$\beta = 64^0\ 36'$$

nur wenig abweicht, auch bessere Durchschnittswerthe abgeben als jenes, weil ihm Messungen einer grösseren Anzahl von Krystallen zu Grunde liegen, so geht doch aus den Differenzen, welche der Verf. an den ausgewählten Krystallen selbst für die Winkel zwischen den bestausgebildeten Flächen*), findet, hervor, dass jenes Axenverhältniss nicht jedem einzelnen Sulzbacher Epidote zukommt, sondern dass es eben nur Durchschnittswerthe angiebt, von denen das Axenverhältniss jedes einzelnen Krystalls gewisse durch verschiedene Ursachen begründete Abweichungen zeigt. Es ist selbstverständlich, dass für das Axenverhältniss ein um so besserer Durchschnittswerth erhalten wird, je grössere Beobachtungsreihen der Rechnung zu Grunde gelegt werden, und dass dieser Werth besonders gut ist, wenn die Beobachtungsreihen von möglichst verschiedenen Beobachtern herrühren, da bekanntlich jedem Beobachter ein bestimmter subjectiver Fehler anhaftet. Es wäre demgemäss sehr wünschenswerth gewesen, wenn der Verf. auch die von Klein und Websky ausgeführten genauen Messungen bei der Berechnung des Axenverhältnisses mit in Rechnung gezogen hätte.

Ref.: H. Bücking.

25. L. Varenne (in Paris): **Krystallisirtes Zinnoxydul** (Sur la production d'oxydes métalliques cristallisés par le cyanure de potassium. Cptes. rend. **89**, 360, Août 1879). Durch ein 2—3 Tage langes Kochen eines Zinnoxydulsalzes mit Cyankalium wird ein unbeträchtlicher Theil des Oxyduls in Zinnoxyd (SnO_2) verwandelt und löst sich in dem aus Cyankalium entstandenen Kaliumcarbonat auf. Der grösste Theil des Oxyduls scheidet sich als solches in mikroskopischen Hexaëdern (an denen manchmal auch das Oktaëder sichtbar ist) aus. Dasselbe färbt wie Graphit ab, ist in conc. Säuren und Alkalien löslich und wird aus letzteren durch Säuren als amorphes weisses SnO gefällt, das an der Luft langsam

*) So findet der Verf. z. B. für den Winkel $n : n_1$ über P (S. 43) an Krystall Nr. 24 den Werth $70^0\ 31'\ 10''$ (mit dem Prädicat »gut«), an den Krystallen Nr. 2 u. 4: $70^0\ 28'\ 0''$ (mit dem Prädicat »sehr gut« und »gut«) statt des der Berechnung zu Grunde gelegten Werthes $70^0\ 29'\ 20''$.

sich in $Sn\,O_2$ verwandelt. Mit Antimon haben ähnliche Versuche noch zu keinem definitiven Resultat geführt.

Ref.: A. Arzruni.

26. A. Des Cloizeaux (in Paris): **Ueber das Saccharin** (Note sur la forme cristalline et les propriétés optiques de la saccharine. Ebenda **89**, 922, Décembre 1879). Das Saccharin, $C_{12}\,H_{11}\,O_{11}$, wurde von Herrn Eug. Péligot (Cptes. rend. **89**, 918) durch Kochen einer Auflösung von Traubenzucker mit Kalk dargestellt. Nach Entfernen des Kalkes als Oxalat, scheidet sich die Verbindung mit Leichtigkeit in schönen, grossen, weissen, glänzenden Krystallen aus. Sie hat keinen süssen, sondern einen an Glaubersalz erinnernden Geschmack. 100 Theile Wasser lösen bei 15° C. blos 13 Theile derselben auf.

Krystallsystem — rhombisch: $a:b:c = 0{,}6815:1:0{,}7415$.

Beobachtete Flächen: (110), (011), (021), (101). Habitus der Krystalle: prismatisch, stets von den beiden Brachydomen abgestumpft, während (101) nicht selten fehlt. Die Winkel sind:

	Beobachet:	Berechnet:
(110)(1$\bar{1}$0)	68° 44′	68° 33′
— (011)	70 50—70° 32′	70 24
— (101)	52 35	52 32
— (021)	*62 10—62 0	62 10
(101)(011)	57 12—57 3	57 4
(021)(02$\bar{1}$)	*68 7—68 0	68 0
— (011)	18 49	19 27

Die Fläche (010) kommt blos als Spaltungsfläche vor. In Platten nach dieser Fläche sind bei 10° C. die beiden Axen, deren Ebene = (100), ausserordentlich nahe an einander mit $\varrho < v$ und die Substanz erscheint einaxig für Roth. Die erste Mittellinie, normal zu (010), ist negativ. Bei 15—20° C. tritt Einaxigkeit für Blau ein, während die rothen und grünen Axen bereits in der Ebene (001) dispergirt sind mit $\varrho > v$. Von 25° C. ab sind die Krystalle zweiaxig für alle Farben. Es ist, wegen der unregelmässigen Verwachsungen, welche im Inneren der Krystalle sich bemerkbar machen, ungewiss, ob das Saccharin rhombisch oder monosymmetrisch ist, indem in manchen Fällen die Auslöschungsrichtungen mit der Verticalen nicht zusammenzufallen scheinen, sondern variable Winkel von 20°, 26°, 31° u. s. w. mit ihr einschliessen.

Ref.: A. Arzruni.

27. P. W. von Jereméjew (in Petersburg): **Ueber den Engelhardtit** (Verhandl. d. k. russ. min. Ges. St. Petersburg [2], **15**, 186. Sitzungsprotocolle des Jahres 1879). Verf. erhielt von dieser seltenen farblosen, im Jahre 1843 von E. K. Hofmann in den Ilgin'schen Goldseifen (Gouv. Tomsk) gefundenen Zirkonvarietät durch Herrn Bergingenieur J. A. Lopátin zwei aus den Goldwäsche von Petropáwlowsk (im Mariinschen Districte des Gouv. Tomsk) herstammende Krystalle, an denen die Flächen (101), (110), (311) beobachtet wurden. Für (101)(011) ergab die Messung 44° 44′ 40″.

Ref.: A. Arzruni.

28. Derselbe: Künstlicher Olivin (Ebenda 194). Diese beim Schmelzen des Gusseisens in Nížnij-Tagil entstandenen, 0,5—1,5 cm langen und 1—2 mm dicken Olivinkrystalle zeigen die Flächen (010), (021) und (110) und sind flachtafelförmig nach (010). Verglichen mit den im Hohofen von Dalsbruk (?) bei Abo erhaltenen besitzen sie folgende Werthe:

	N.-Tagil.	Dalsb.
$(110)(1\bar{1}0)$	49° 53′	49° 55′
$(021)(0\bar{2}1)$	99 4	99 6

Die Krystalle von N.-Tagil, welche im auffallenden Lichte dunkelbraun bis schwarz sind, erscheinen stellenweise durchsichtig, indem sie in der Richtung der Axe *b* hellbraungelb sind. Die Undurchsichtigkeit anderer Stellen ist durch eingewachsene Partien eines sehr eisenreichen Olivins bedingt. Auf den Flächen (010) treten zwei Streifensysteme auf, die sich unter dem Winkel von 76° 50′ durchkreuzen, denen Spaltungsrichtungen entsprechen, nach welchen sich auch hohle Canäle bemerken lassen. Diese letzteren sind mit der schwarzen Olivinmasse erfüllt. Der Olivin von N.-Tagil ist ein *Mg*-Olivin, der unter den künstlichen, in Hohofenschlacken gebildeten am seltensten angetroffen worden ist.

Ref.: A. Arzruni.

29. Derselbe: Künstlicher Pyroxen (Ebenda 199). Eine Pyroxendruse mit hellgrauen Krystallen von deutlichem Diopsidhabitus wurde im Hohofen der Kússa'schen (Kussinskij) Hütte, am Ural, gefunden. In den Höhlungen der Druse sitzen kleine Krystalle desselben Pyroxens. An der einen Seite ist die Stufe mit Graphitschuppen bedeckt. Die stark glänzenden Krystalle, an denen die Flächen (110), (010), $(\bar{1}11)$, (021), seltener $(\bar{2}21)$ auftreten, ergaben bei der Messung:

$(110)(1\bar{1}0) = 92^0\ 51'$; $(010)(\bar{1}11) = 60^0\ 33'$; $(010)(021) = 30^0\ 32'$; $(110)(021) = 58^0\ 45'$; $(110)(\bar{2}21) = 35^0\ 34'$; $(\bar{1}11)(\bar{2}21) = 23^0\ 16'$.

Eine zweite Pyroxenstufe aus dem Hohofen der Ssátka'schen Hütte besteht aus einem strahligen Aggregat langgestreckter verticalgestreifter, hellgrauer Krystalle, an denen die Flächen (110), (001), (021), $(\bar{1}11)$ beobachtet wurden. Die Beschaffenheit der Flächen liess blos approximative Messungen mit dem Anlegegoniometer zu, welche ergaben: $(110)(1\bar{1}0) = 92^0\ 40'$; $(001)(110) = 79^0\ 8'$; $(001)(021) = 48^0\ 50'$; $(011)(\bar{1}11) = 41^0\ 55'$. Unter dem Mikroskop sind in Schliffen nach (001) die beiden Prismenrichtungen und diejenige der Fläche (010) zu erkennen aus den Winkeln: $(110)(1\bar{1}0) = 87^0$ und $(110)(010) = 43^0\ 30'$. Der letztere tritt oft stärker hervor und hat durch seine Aehnlichkeit mit dem Amphibolwinkel zur irrthümlichen Annahme des Pyroxens der Schlacken für Uralit die Veranlassung gegeben.

Ref.: A. Arzruni.

30. Derselbe: Demantoid von Nižnij-Tagil (Ebenda 207). Neben vielen Körnern dieses Minerals, welches in den Goldsanden von N.-Tagil vorkommt und nach des Verf.'s Versuchen ein Kalkeisengranat ist, finden sich auch deutliche Krystalle von der Combination (110)(211). (Im Original in Folge eines Druckfehlers als (100)(211) angegeben. Der Ref.) Das spec. Gewicht der Krystalle ist 3,7992, das der Körner = 3,8309. — Vergl. auch Verhandl. etc. [2], **6**, 391, 1871, der Ref.

Ref.: A. Arzruni.

31. G. N. Maier (in Nižnij-Tagil): **Kupferkies pseudomorph nach Magneteisen** (Ebenda 193). Dieselbe Pseudomorphose aus der Grube Rudjansk bei N.-Tagil wurde von E. Döll (Tschermak's Min. Mitth. 1875, 31) irrthümlich als eine nach Cuprit beschrieben. Sie stammt jedoch aus einem Magneteisenlager, das von der Cuprit-führenden Zone in beträchtlicher Entfernung sich befindet. Der eigenthümliche treppenförmige Bau der Pseudomorphose ist sehr ähnlich demjenigen, welchen künstliche Magnetitkrystalle zeigen. — Vergl. A. Arzruni, Zeitschr. d. d. geol. Ges. **32**, 25, 1880.

Ref.: A. Arzruni.

32. C. Carr Robinson (in Edinburgh): **Ueberwachsung von Alaunen** (On the crystallisation of isomorphous salts. Proceed. R. Soc. Edinburgh, **9**, 732, July 1878 — Session 1877/78). Die zu den Versuchen verwendeten Alaune sind: 1) Kalium-Aluminium-; 2) Ammonium-Aluminium-; 3) Kalium-Chrom- und 4) Ammonium-Eisen-Alaun. In einer frei an der Luft stehen gelassenen Lösung von 1 löst sich ein Krystall von 3 auf und sein Material wird von 1 ersetzt, wobei die resultirenden Krystalle eine feine Streifung erhalten. Unter Luftabschluss, bei constanter Temperatur, findet ebenfalls Auflösung statt, aber ohne Ersatz. In 2 wächst 3 an der Luft fort ohne merklichen Stoffwechsel. In geschlossenen Gefässen und bei gleichbleibender Temperatur verhalten sich beide indifferent zu einander. In einer Lösung von 4 wächst sowohl 1 wie 3 fort. Das Gleiche findet bei 1 in 3 statt. In einer Auflösung von 2 ruft 4 einen sehr langsamen Austausch hervor unter gleichzeitiger Ausscheidung von $Fe_2(HO)_6$. Endlich wird die Substanz von 4 in 3 aufgelöst unter Zurücklassung eines Skelets, welches in einer Lösung von 2 wieder ausgefüllt wird.

Ref.: A. Arzruni.

33. E. Paternó (in Palermo): **Natürliches Glaubersalz in Sicilien** (Analisi chimica del solfato sodico naturale di Sicilia. Accad. Lincei, 1879/80 [3], Transunti **4**, 22, Dicembre 1879). Vor einigen wenigen Jahren entdeckt, wird jetzt das Natriumsulfat in einer 2 Meter mächtigen Schicht bei Bompensieri (Gemeinde Montedoro) abgebaut. Die derben Massen sind im frischen Zustande vollkommen wasserhell und durchsichtig, verwittern aber sehr rasch an der Luft. Sie enthalten stellenweise eingeschlossenen Thon. Die Analysen gaben:

		Versuch:		Theorie:
		1.	2.	$Na_2SO_4 + 10\,H_2O$
	H_2O	55,68	55,68	55,90
auf wasserfreies Salz berechnet	SO_3	56,15	55,25	56,33

Ausserdem sind auch Spuren *Ca* und *Mg* constatirt worden, indem 21 g des Sulfates 0,0105 Pyrophosphat der beiden Metalle gaben. Eine genaue spectralanalytische Prüfung erwies die gänzliche Abwesenheit von *K* und anderer Alkalimetalle. Es ist das sicilianische Glaubersalz das reinste von den bisher bekannten, indem das am wenigsten verunreinigte von Gipuzcoa (Spanien) nach Rivot dennoch 0,3% *CaO* und 0,5% *MgO* enthält.

Ref.: A. Arzruni.

34. A. Cossa (in Turin): **Euphotid (Gabbro) der Insel Elba** (Sulla eufotide dell' Isola d'Elba. — Ebenda 43 und Mem. Acc. Lincei [3], 4. Sep.-Abdr.). Die beiden Bestandtheile des Gesteins von le Drizze an der Westküste des Pracchio-Meerbusens sind Diallag (I) vom spec. Gewicht 3,12—3,15 bei 25° C. und Labrador (II) vom spec. Gewicht 2,667—2,698, bei 19° C. Letzteres Mineral herrscht im Gesteine vor.

	I.	II.
SiO_2	59,603	50,628
CaO	20,336	11,002
MgO	16,494	Spur
FeO	6,730	—
Fe_2O_3	—	1,410
Al_2O_3	4,051	29,987
Cr_2O_3	0,552	—
Mn_2O_3	Spur	—
Na_2O	—	4,767
K_2O	—	0,227
H_2O	1,486	0,989
	100,252	99,010

Bekannt sind ausserdem Analysen von Diallagen aus folgenden italienischen Euphotiden: Prato, bei Florenz, Fiumalto auf Corsica, Mussinet in Piemont, Monte Bracco zwischen Spezia und Genua (vanadinhaltig). Von den italienischen Euphotiden, deren Labrador analysirt worden ist, werden erwähnt: Monginevro, Valle d'Orezza auf Corsica, Impruneta in Toscana.

Ref.: A. Arzruni.

35. Derselbe: Zusammensetzung toscanischer Serpentine (Sulla composizione di alcuni serpentini della Toscana. Acc. Lincei [3], 4 Transunti, Sep.-Abdr. Seduta del 4 genn. 1880). Im Auftrage des Comitato geologico italiano mit der chemischen und mikroskopischen Untersuchung italienischer Gesteine beschäftigt, beginnt Verf. seine Studien mit den toscanischen Serpentinen folgender Fundorte: 1) Calagrande (Prov. Grosseto), 2) Gabbro, bei Livorno, 3) Rio Marina (Elba), 4) Rio Alto (Elba), 5) Longone (Elba), 6) Portoferrajo (Elba). Sie enthalten sämmtlich Bastit, welcher sich vom Diallag durch das Sichtbarsein beider Axen in Platten der vollkommensten Spaltbarkeit, sein rhombisches Verhalten zwischen gekreuzten Nicols, seine Unschmelzbarkeit und seinen Mangel eines Calciumgehaltes unterscheidet, während er ebensowenig mit Bronzit oder Hypersthen identificirt werden kann in Anbetracht seines optischen Verhaltens und seines Wassergehaltes, sowie wegen seiner partiellen Löslichkeit in Säuren.

Ref.: A. Arzruni.

36. G. Grattarola (in Florenz): **Oryzit und Pseudonatrolith — zwei neue Zeolithe** (Orizite e pseudonatrolite due nuove specie del sott' ordine delle Zeoliti. — Atti soc. tosc. Pisa, 4. fasc. 2, 9. novembre 1879, Sep.-Abdr.). Die vier grossen, unter dem Namen »Quattro Evangelisti« bekannten Granitstufen, welche die Wände des Ganges Masso Foresi oder Fonte del Prete (Elba) bildeten und aus der ehemaligen Sammlung Foresi in das Museum zu Florenz übergegangen sind, führen ausser zahlreichen anderen Mineralien auch ein neues, welchem Verf. den

Namen Oryzit giebt, wegen des Habitus seiner an die Gestalt der Reiskörner erinnernden Krystalle. Die Eigenschaften dieses Zeolithes sind: Härte = 6, spec. Gewicht = 2,245, perlmutterähnlicher Glasglanz, weisser Strich, Löslichkeit in warmer HCl unter Abscheidung von gallertartiger Kieselsäure, geringere Löslichkeit in kalter Salzsäure. Krystallsystem — asymmetrisch, wiewohl sehr nahe dem rhombischen kommend. $a : b : c = 0,1792 : 1 : 0,2150$. $\alpha = 90^0$, $\beta = 86^0$, $\gamma = 83^0$ (Normalenwinkel). Beobachtete Flächen (110), ($1\bar{1}0$), (011), ($0\bar{1}1$). Die wenigen Messungen, welche zum Theil bis 4^0 Schwankungen zeigen — (110)($1\bar{1}0$) = 42—46^0; (011)($0\bar{1}1$) = 33^0 *) — und die Unmöglichkeit, die optischen Eigenschaften festzustellen, wegen der Undurchsichtigkeit der Krystalle, hindern den Verfasser trotzdem nicht, über das Krystallsystem sich mit Sicherheit auszusprechen. Der Pseudonatrolith (früher vom Verf. im Boll. comit. geol. 1872, 284, als Natrolith beschrieben), findet sich im Granit von San Piero auf Elba neben Desmin (vergl. diese Zeitschr. **4**, 398) in feinen Nadeln von höchstens 1/2 mm Durchmesser. Die Krystalle zeigen keine Endflächen, indem sie mit beiden Enden an die Wände der Hohlräume angewachsen sind. Die Prismenzone, aus sechs Flächen bestehend, gestattete keine Messung. Die Auslöschungen sind parallel der Prismenaxe. Weitere Charaktere sind: Härte = 5—6, unvollkommene Löslichkeit in Salzsäure, geringere Schmelzbarkeit als die des Natrolithes. — Die Zusammensetzung der beiden Zeolithe ist:

	Oryzit 1.	Oryzit 2.	Pseudonatrolith (Mittel aus 3 Analysen):
H_2O	14,84	14,38	14,82
SiO_2	59,54	59,20	62,64
Al_2O_3	16,79	15,71	14,76
CaO	8,67	10,31	8,54
MgO	Spuren	Spuren	Spur
Li_2O, K_2O, Na_2O			1,00
	99,84	99,60	101,76

[Es ist bemerkenswerth, dass der Prismenwinkel des Oryzit mit demjenigen des Heulandit übereinstimmt, dass auch das spec. Gewicht und die Zusammensetzung beider Mineralien — Letzteres betont auch Verf. — dieselben sind. Dagegen ist die Härte eine recht verschiedene. Auf diese Eigenschaft hin allein ein Mineral als neu aufzustellen, ist aber vielleicht etwas gewagt. Was den Pseudonatrolith betrifft, so zeigt er allerdings eine vom Natrolith abweichende Zusammensetzung, ist aber bis auf diese und die Auslöschungsrichtungen ebenfalls ungenügend charakterisirt. Der Ref.]

Ref.: A. Arzruni.

37. P. W. v. Jereméjew (in St. Petersburg): **Spinell und Korund aus dem Turkestan** (Aus G. D. Romanówski's »Materialien zur Geologie des turkestanischen Gebietes«, 1. Lief.: »Geologische und paläontologische Uebersicht des nordwestlichen Tiën-Schan und des südöstlichen Theiles der turanischen Niederung«. St. Petersburg, 4^0, 1878, — in russischer Sprache). Zu dem in dieser Zeitschr. **2**, 504 abgedruckten Referate über eine diesbezügliche Mittheilung des-

*) Weitere Messungen sind nicht angegeben, es ist daher also auch nicht ersichtlich, welche Werthe der Berechnung des Axenverhältnisses, der Neigungen der Axen gegen einander und des zu 74^0 30′ angegebenen Winkels der Kanten (110.011) und (011.0$\bar{1}$1) zu Grunde gelegt worden sind. Der Ref.

selben Verfassers wäre hinzuzufügen, dass die zweite, am Spinell beobachtete (hhl)-Gestalt nicht (334), sondern (223) ist, welche für den Spinell neu ist, während sie bereits am Bleiglanz (Rossie, St. Lawrence Co, New-York) und beim Silberglanz (Markirch) beobachtet worden ist. Diese Flächen zeigen eine feine Streifung parallel ihren Combinationskanten mit (111). Die Messung von (113):(223) ergab $18^0\ 10'$ (berechnet: $18^0\ 4\frac{1}{2}'$). — An den Korundkrystallen angestellte Messungen führten zu folgenden Zahlen. [Die im Original angeführten Secunden sind hier abgerundet worden zu ganzen und halben Minuten. Der Ref.]

	Gemessen:	Berechnet:
$(10\bar{1}5)(0001)$	$17^0\ 27'$	$17^0\ 29'$
$(10\bar{1}1)$ —	*57 35	—
$(22\bar{4}3)$ —	61 10	61 $11\frac{1}{2}$
$(22\bar{4}1)$ —	79 $40\frac{1}{2}$	79 $36\frac{1}{2}$
$(10\bar{1}1)(10\bar{1}5)$	40 12	40 6
— $(11\bar{2}0)$	42 $58\frac{1}{2}$	43 $1\frac{1}{2}$
— $(22\bar{4}3)$	25 56	25 59
$(22\bar{4}1)$ —	18 27	18 25
— $(11\bar{2}0)$	10 29	10 23
— $(14.14.\bar{28}.3)$	5 47	5 $53\frac{1}{2}$
$(11\bar{2}0)$ —	4 25	4 $29\frac{1}{2}$

Aus dem der Rechnung zu Grunde gelegten Werthe $(10\bar{1}1).(0001)$ folgt das Axenverhältniss: $a : b = 1 : 1,36364$.

Ref.: A. Arzruni.

38. W. Henatsch (in Breslau): **Ueber Bauxite und ihre Verarbeitung.** Inaug.-Diss. Breslau 1879. — Verfasser veröffentlicht je vier Analysen der Bauxite von mehreren Punkten aus der Nähe von Feistritz (Krain) und von Nassau.

1) Pichouc — dicht, amorph, rothbraun.
2) Sveleck — mit denselben Eigenschaften, fettig anzufühlen.
3) Rudnitza — amorph, schmutzig grau, fettig beim Anfühlen.
4) — (andere Grube) erdig, zerreiblich, abfärbend, gelbbraun.
5) Feistritz — amorph, grau, fettig.
6) Dorf Mühlbach, Nassau. — Leicht zerreiblich, graubraun.

Die Mittel der recht gut übereinstimmenden Analysen geben für die Bauxite der sechs Fundorte folgende variable Zusammensetzung:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
H_2O	14,65	14,08	24,29	19,22	24,38	20,82
SiO_2	19,39	19,13	9,04	17,45	13,60	24,04
Al_2O_3	25,33	29,84	61,29	9,05	57,25	40,99
Fe_2O_3	37,99	34,23	2,12	50,06	0,97	10,13
CaO	1,04	1,03	0,99	0,77	1,80	1,46
MgO	1,10	0,50	0,50	0,65	—	0,63
P_2O_5	—	0,78	1,30	2,47	1,40	1,50
	99,50	99,59	99,53	99,65	99,40	99,57

Verf. schliesst aus diesen Zahlen mit Recht, dass die Zusammensetzung des Bauxit eine wechselnde ist, und dass das Mineral Kieselsäure, Phosphorsäure, Kalk und Magnesia als Verunreinigung enthält. Daher hat aber der Versuch des Verfassers, für jeden Bauxit eine besondere Formel, in welcher auch die Kieselsäure berücksichtigt wird, herauszurechnen, kaum irgend einen Werth.

Ref.: A. Arzruni.

Autorenregister.

Sachregister.

Berichtigungen und Zusätze.

Zum 2. Band.

S. 254 Z. 8 v. u. lies »optisch einfach« statt »foptisch einach«.
» 312 » 7 » » » »22,25%« statt »22,26%«.
» 443 bei Binnenthal in der Columne (011)(0$\bar{1}$1) müssen die Klammern bei der Zahl 79° 53′ wegfallen.
S. 480 der Fundort der Spinellzwillinge ist in dem Titel der italienischen Abhandlung genannt: Sopra alcuni notevoli geminati polisintetici die spinello orientale.
S. 481 Z. 11 v. o. lies »$\bar{1}\bar{1}\bar{1}$: $\bar{1}1\bar{1}$« statt »$\bar{1}\bar{1}1$: $\bar{1}1\bar{1}$«.
» — » 17 » » » »$\bar{1}1\bar{1}$: $\bar{1}11$« » »$11\bar{1}$: $\bar{1}11$«.
» 505 » 21 » » » »Poldnewája« statt »Poldnéwnaja«.
» — » 22 » » » »Ssyssert« statt »Ssyssertsk«.
» 507 » 19 » » » »$\varkappa(1\bar{1}02)$« » »$\varkappa(1\bar{1}01)$«.
» 509 » 9 » » » »Apuaner« statt »Apnaner«.
» 510 » 25 » » » »*Rb*« statt »*Ru*«.
» 514 » 12 v. u. » »Tazna« statt »Tazua«.
» — » 8 » » » »Morococha« statt »Morocochu«.

Zum 3. Band.

S. III Z. 2 v. u. lies »Monazit« statt »Monagit«.
» 105 » 3 » » » »Eisenoxydul-Magnesia-Alaun« statt »Eisenoxydul-, Magnesia-Alaun«.
S. 188 Z. 3 v. o. lies »$4\,Fe_2\,S_3$« statt »$4\,Fe\,S_3$«.
» 290 » 16 v. u. » »über $\infty\breve{P}\infty$« statt »über der Kante«.
» 291 » 3 v. o. » »$\infty\breve{P}\infty(100)$« statt »$\infty\breve{P}\infty(010)$«.
» 304 » 10 » » » »Boubigny« statt »Bombigny«.
» 305 » 21 » » » »wurde« statt »werde«.
» 307 » 7 v. u. fehlt: $a = \infty\bar{P}\infty(100)$.
» 308 » 10 v. o. lies »$2\,,\bar{P}'\infty$ und $2\,'\bar{P},\infty$« statt »$2\,,\breve{P}'\infty$ und $2\,'\breve{P},\infty$«.
» 326 » 7 » » » »die Flächen (110) u. (012)« statt »die Flächen (110) u. (021)«.
» — » 3 u. 5 der Winkeltabelle sind (021) und (012) zu vertauschen.
» 476 » 10 v. u. zu streichen das Wort »den«.
» 654 » 19 v. o. lies »Monazit« statt »Monagit«.

Zum 4. Band.

S. 69 letzte Zeile lies »Juliheft« statt »Juniheft«.
S. 70 Z. 17 v. o. lies »Uraninit« statt »Uranit«.
» 103 » 8 » » » »Sohncke« statt »Sohnke«.
» 109 » 1 v. u. » »$27^0\ 21\frac{1}{2}'$« statt »$72^0\ 21\frac{1}{2}'$«.
» 235. Die unvollständigen Angaben über Paranitrotoluol sind zu streichen, da eine vollständige Bestimmung von Bodewig (d. Zeitschr. **3**, 388) vorliegt.
S. 273 Z. 13 v. o. lies »$TOX = 120^0$« statt »$TOY = 120^0$«.
» 276 » 2 » » » $\operatorname{tg} QZ = \frac{q\,c}{r \cos QZY} = \frac{p\,c}{r \cos QZX}$
» — » 6 v. u. lies $\frac{i\sqrt{3}}{2\,h}$ tg $P\,Z$ statt $\frac{\sqrt{3}}{2\,h}$.

S. 321. Betreffs der Anmerkung theilt Herr Streng dem Unterzeichneten mit, dass die in seiner Abhandlung gebrauchten Miller'schen Zeichen sich nicht auf die Bravais-schen Symbole bezögen, sondern sich an die in dem Lehrbuche des Unterzeichneten gemachten Vorschläge anschlössen, dass er es aber unterlassen hätte, bei den negativen Formen das Minuszeichen über die 3 (resp. 2) ersten Ziffern zu setzen, und dass hierin allein die Unrichtigkeit der Bezeichnung bestände. P. Groth.

S. 329 ist die Formel der Aethylbenzhydroxamsäure

$$NO\begin{cases} CO\,C^6H^5 \\ H \\ C^2H^5 \end{cases}$$

weggelassen.

S. 337. Zu dem Titel ergänze: »Gelesen vor der krystallographischen Gesellschaft zu London«.

S. 342 Z. 2 v. o. lies »Aenderung« statt »Temperaturänderung«.

» 349 » 3 » » $\frac{\vartheta' + \varphi'}{2}$ statt $\frac{\vartheta + '\varphi'}{2}$

» 352 » 16 v. u. » »Erhaltung des Drehungsmomentes« statt »Erhaltung der Ebenen«.

S. 370 Z. 19 v. o. lies Alphons statt Alfred.

» 403 » 5 » » »Blei-Kupfer« statt »Blei- und Kupfer«.

— Wie bereits von Herrn C. Klein (N. Jahrb. 1880, **1**,286) bemerkt wurde, stimmen die analytischen Daten des Herrn Pisani nicht mit den von ihm aufgestellten Formeln überein. Es ergeben sich nämlich aus den vier Analysen die Formeln:

$a = Cu_2\,Pb\,Se_4$; $b = Cu_2\,Pb_2\,Se_4$; $c = Cu_2\,Pb_6\,Se_7$ und $d = Cu_{10}\,Pb\,Se_8$.

Mag für den Zorgit die Mischung $(Cu,\ Pb)\ Se$ oder $(Cu_2,\ Pb)\ Se$ angenommen werden, so ist die Formel a dennoch auf keine der beiden zurückzuführen; b würde geben: $(^1/_2\ Cu,\ ^1/_2\ Pb)\ Se$, c führt zu: $(^1/_7\ Cu_2,\ ^6/_7\ Pb)\ Se$ und endlich würde d einer Zusammensetzung: $Pb\,Se + 4\,Cu\,Se + 3\,Cu_2\,Se$ entsprechen, welche analog derjenigen ist, die von Rammelsberg (Mineralchemie, 2. Aufl., 2. Theil, 49) für die von H. Rose analysirten Selenkupferblei-Erze von Tilkerode angenommen wird. — Es ist kaum anzunehmen, dass Körper, welche $Pb\,Se$, $Cu\,Se$ und zugleich $Cu_2\,Se$ in wechselnden Mengen enthalten, als Minerale aufzufassen seien. Dagegen lassen sich isomorphe Mischungen, wie $(Cu,\ Pb)\,Se$ oder $(Cu_2,\ Pb)\,Se$ theoretisch aus der Zweiwerthigkeit des Cu erklären.

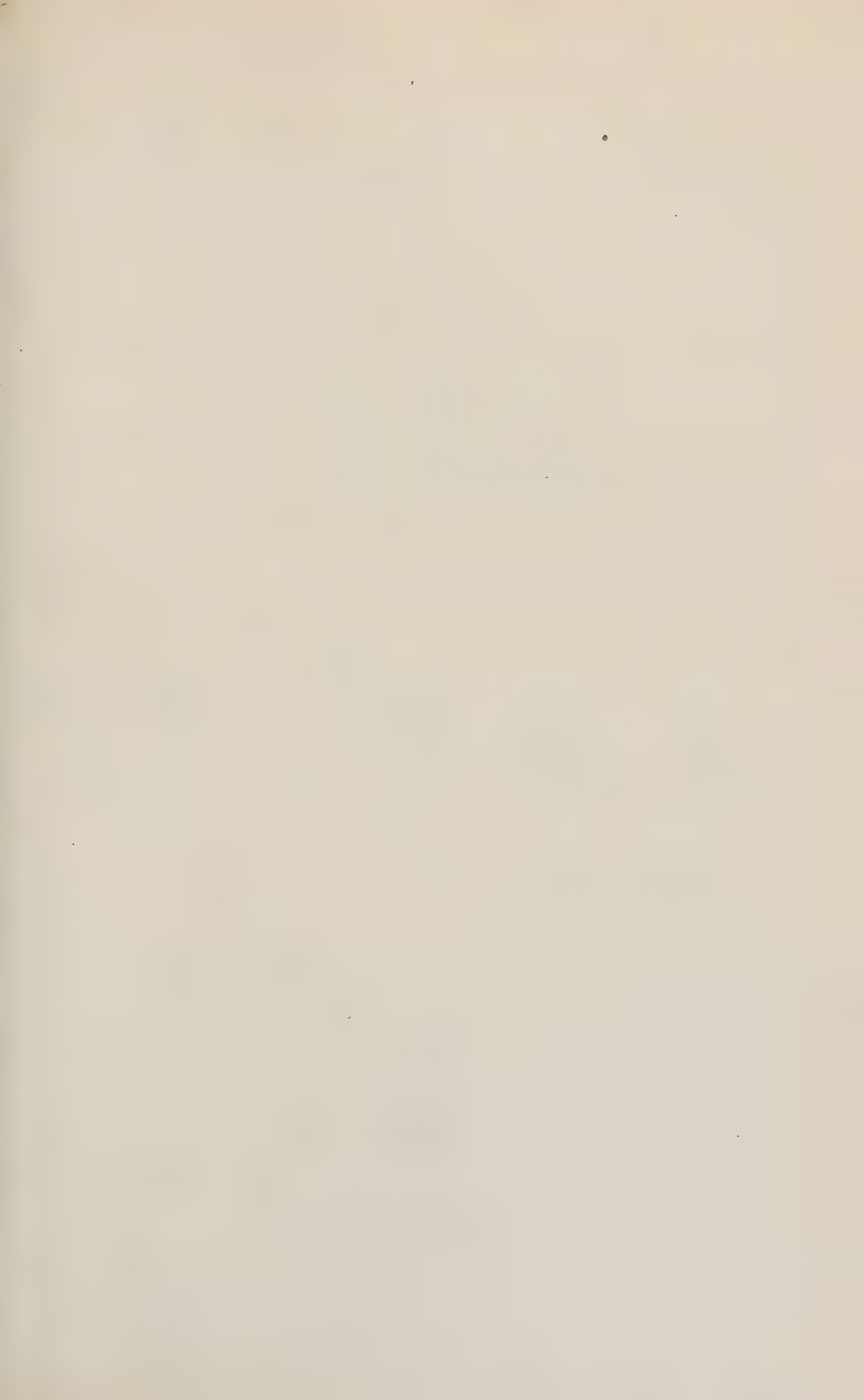
Arzruni.

S. 416 Z. 27 v. o. nach dem Worte »optischer« zu ergänzen: »Beziehung«.

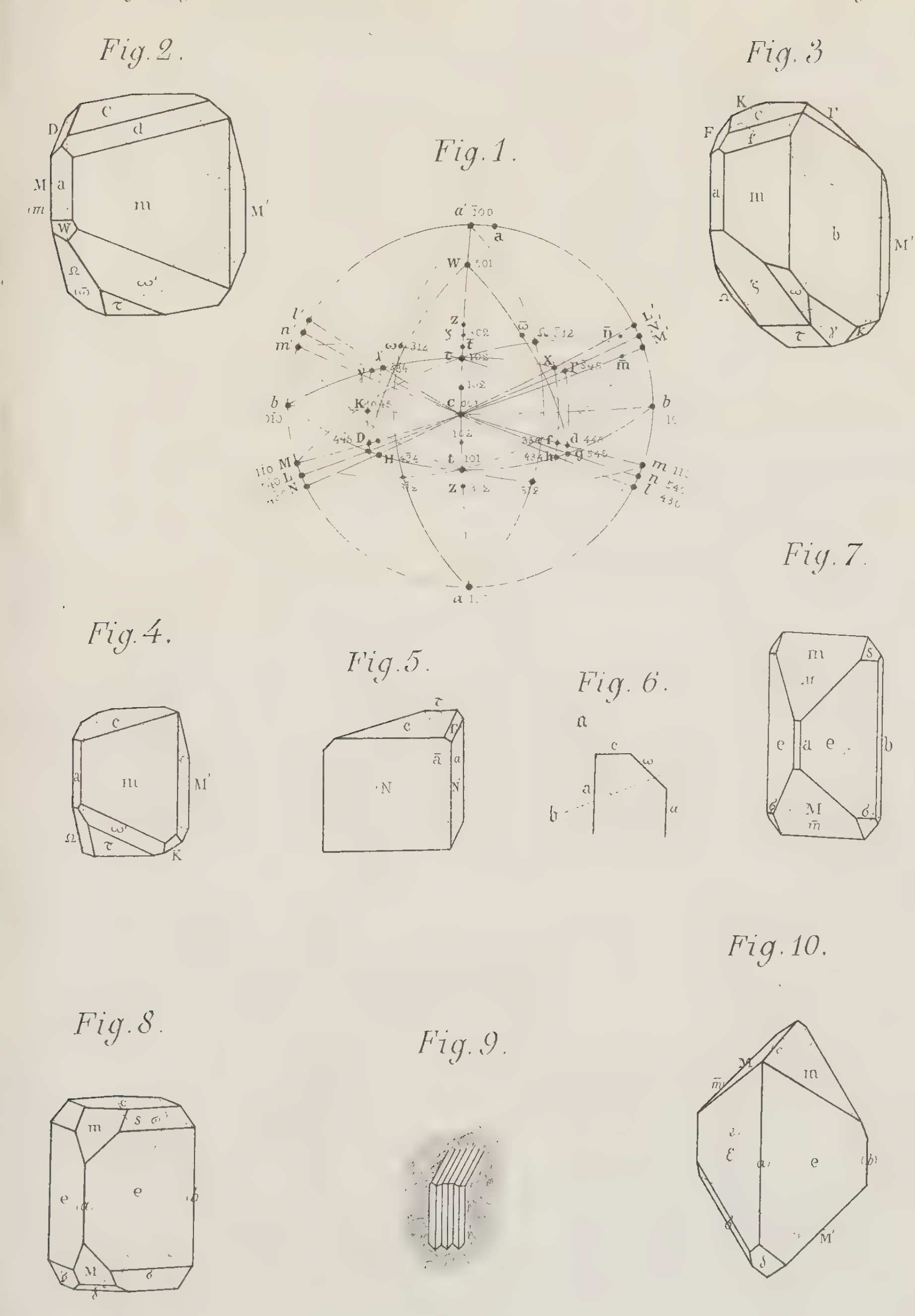
» 418 » 9 v. u. liess (001) statt (010) — nach einer gefäll. Mittheilung des Herrn Wyrouboff.

S. 422 Z. 13 v. o. lies »von kohlensauren Salzen« statt »von einer kohligen Substanz«.

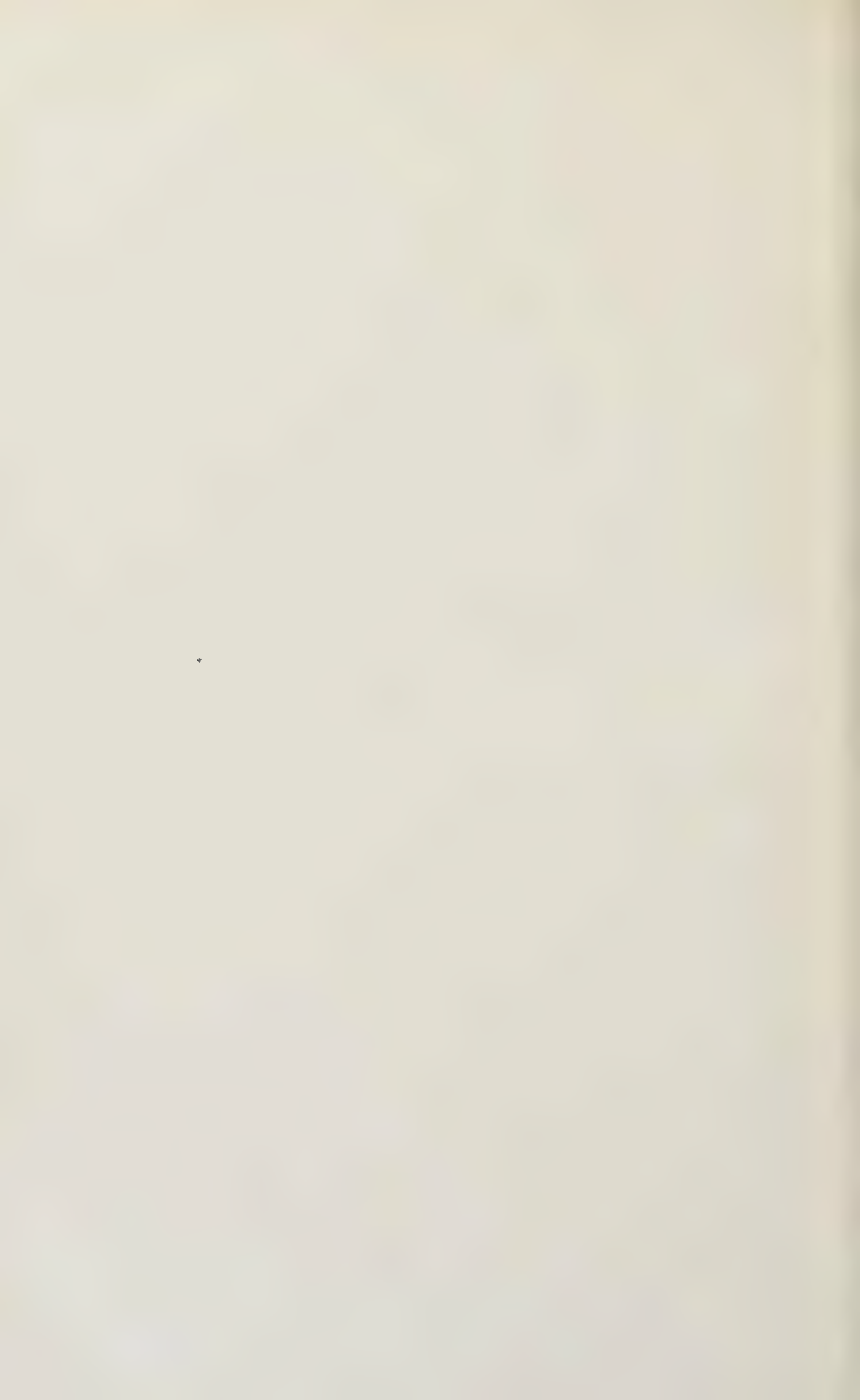
Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.







A. Schrauf gez. L. Fassoli Strassbg.

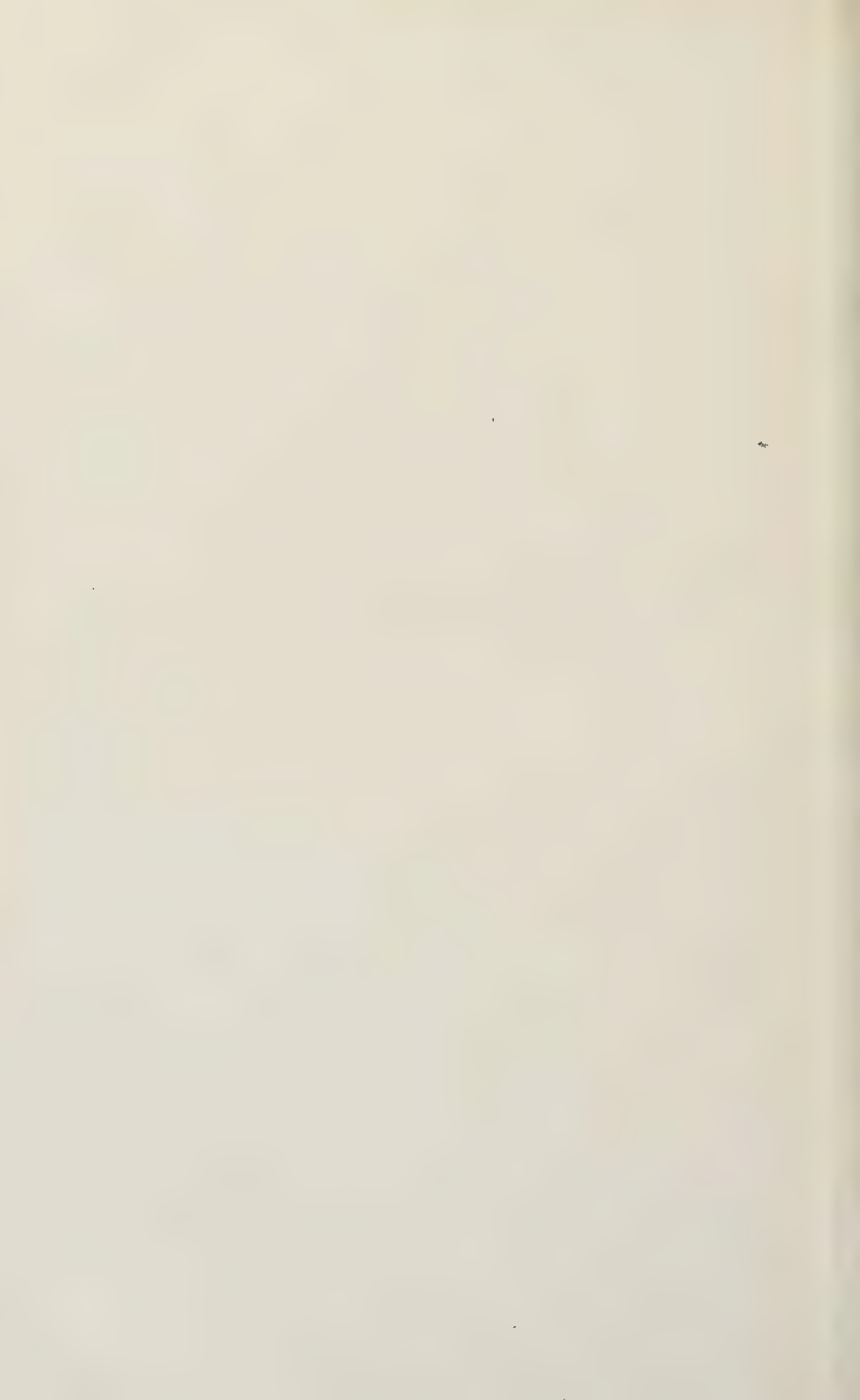


PHOSPHORSAURE U. ARSENSAURE AMMONIAC-MAGNESIA.



K. Haushofer gez.

L. Fassoli Strassbg.



PYROANTIMONSAURES NATRON.

PYROANTIMONSAURE MAGNESIA

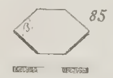
KIESELFLUORBARYUM.



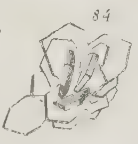
ARSENS. U. PHOSPHORSAURER BARYT.







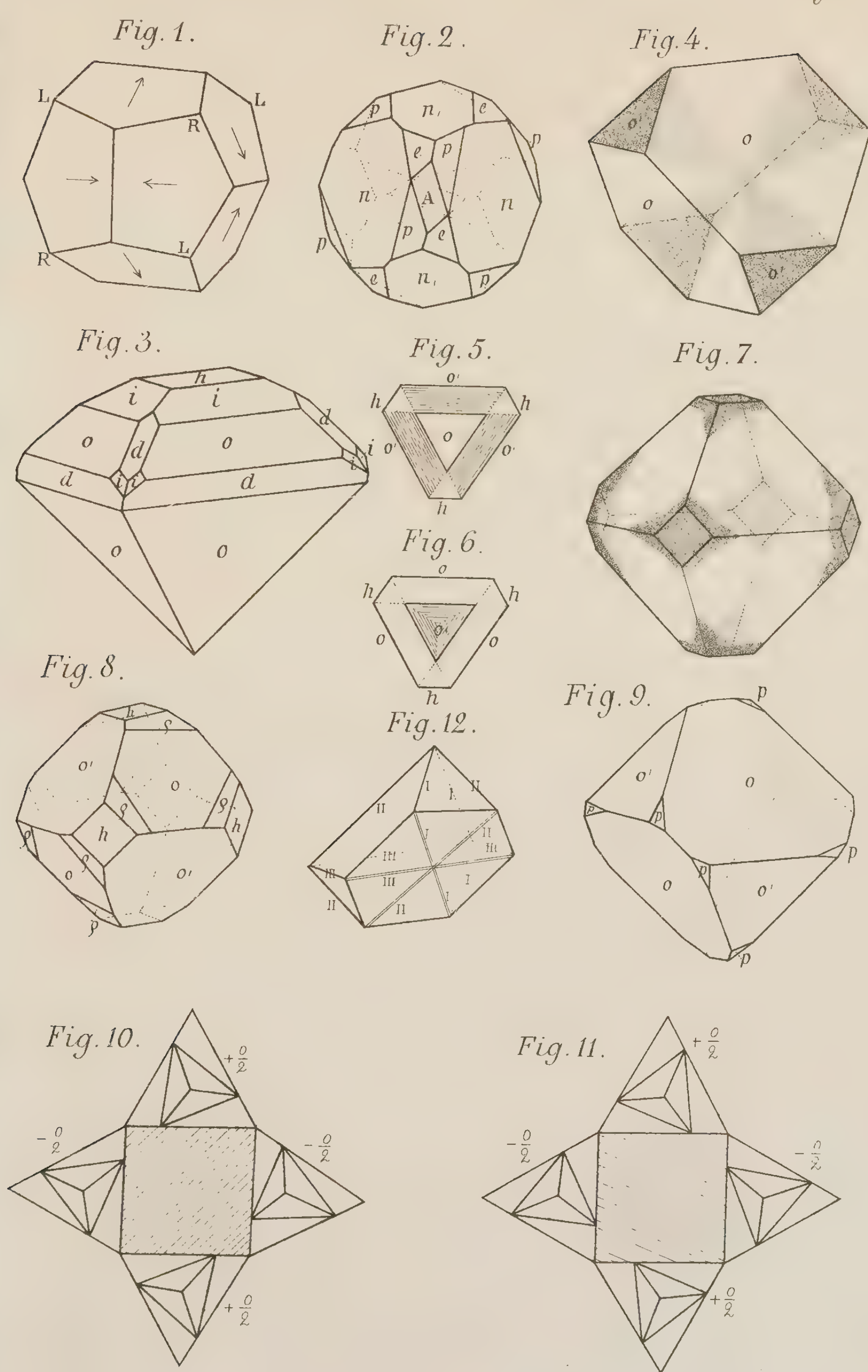




K. Haushofer gez.

I. Fassoli Strassbg.

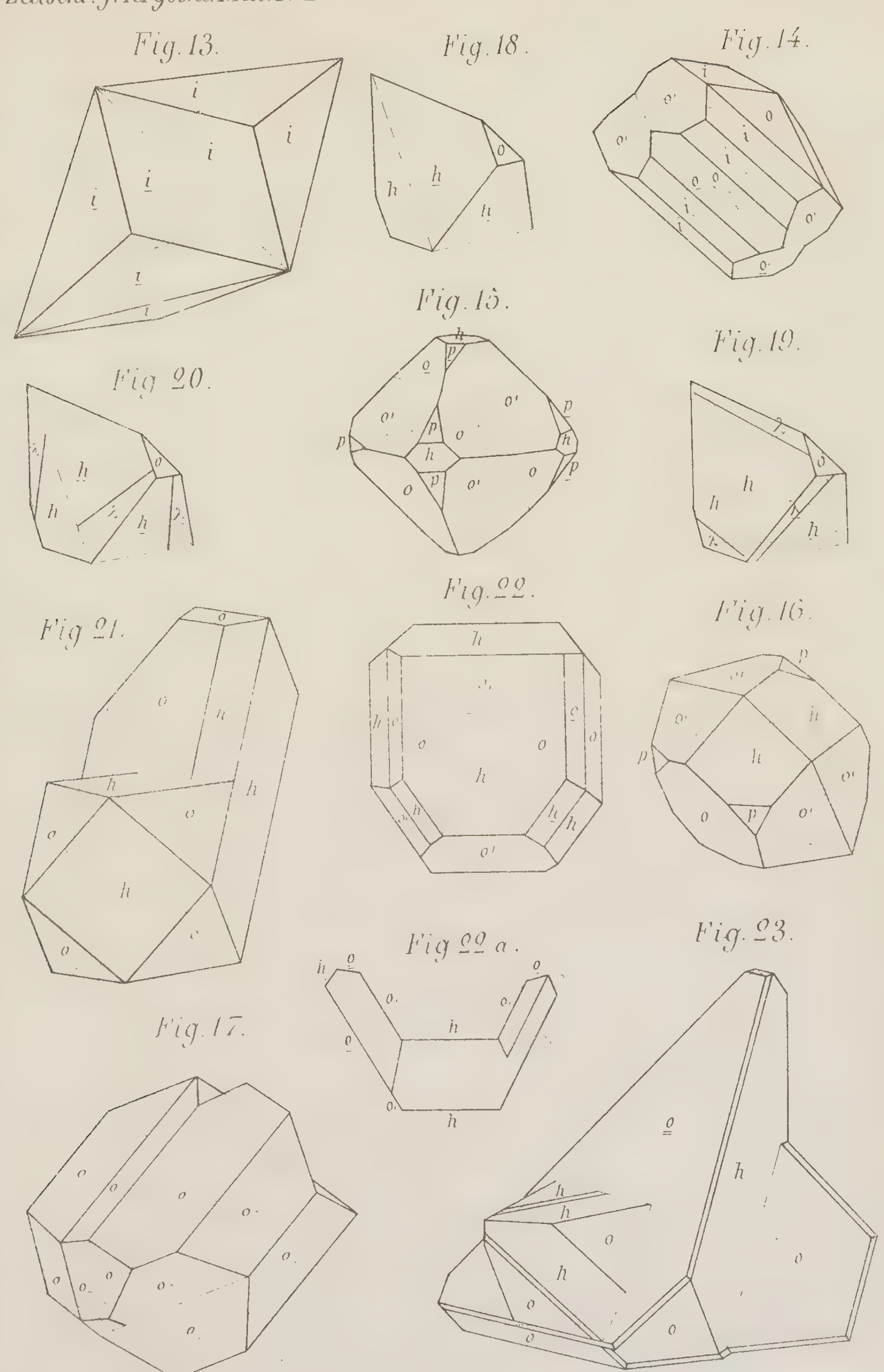




L. Wulff gez.

L. Fassoli Strassbg.

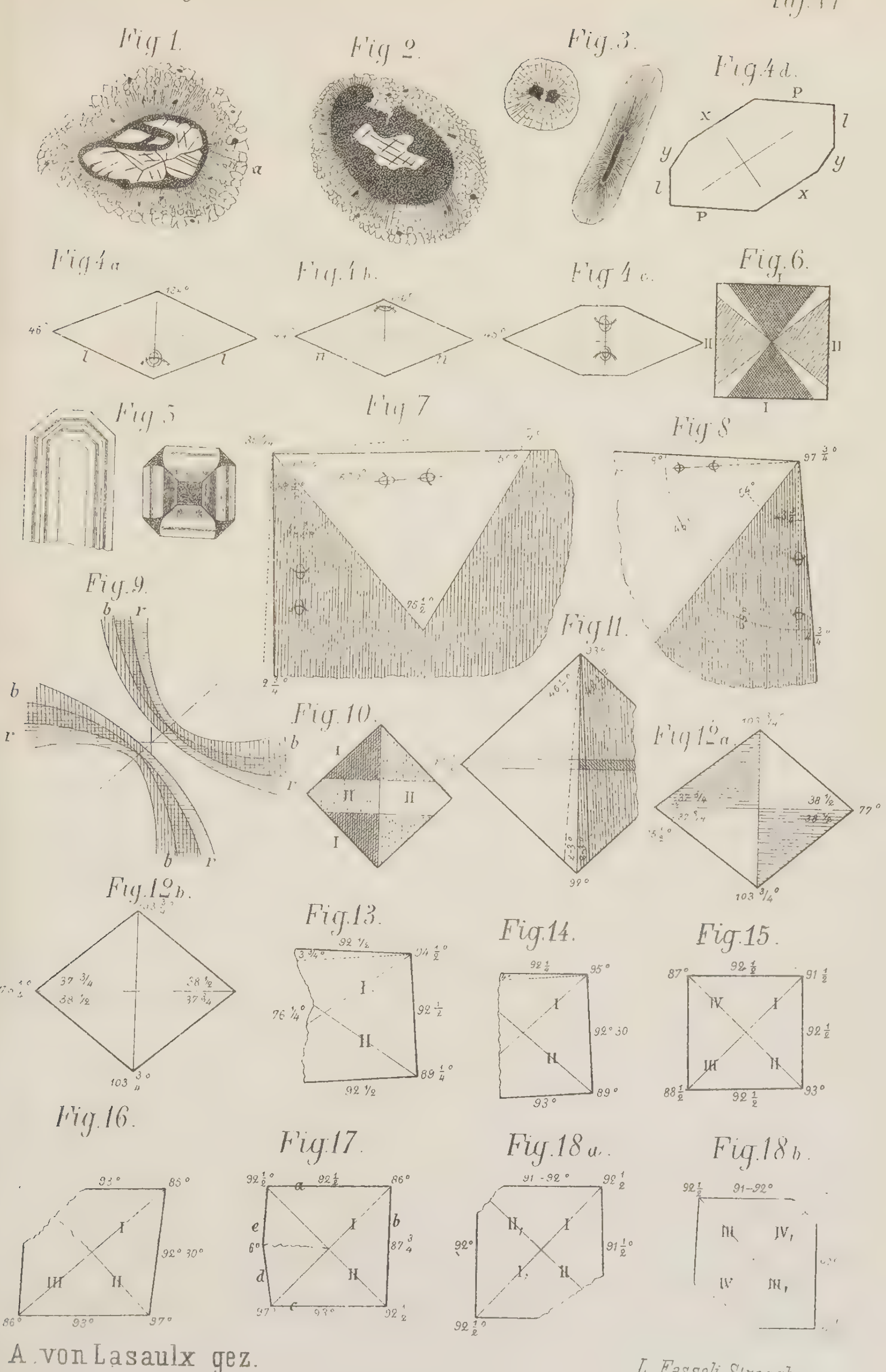




L. Wulff gez.

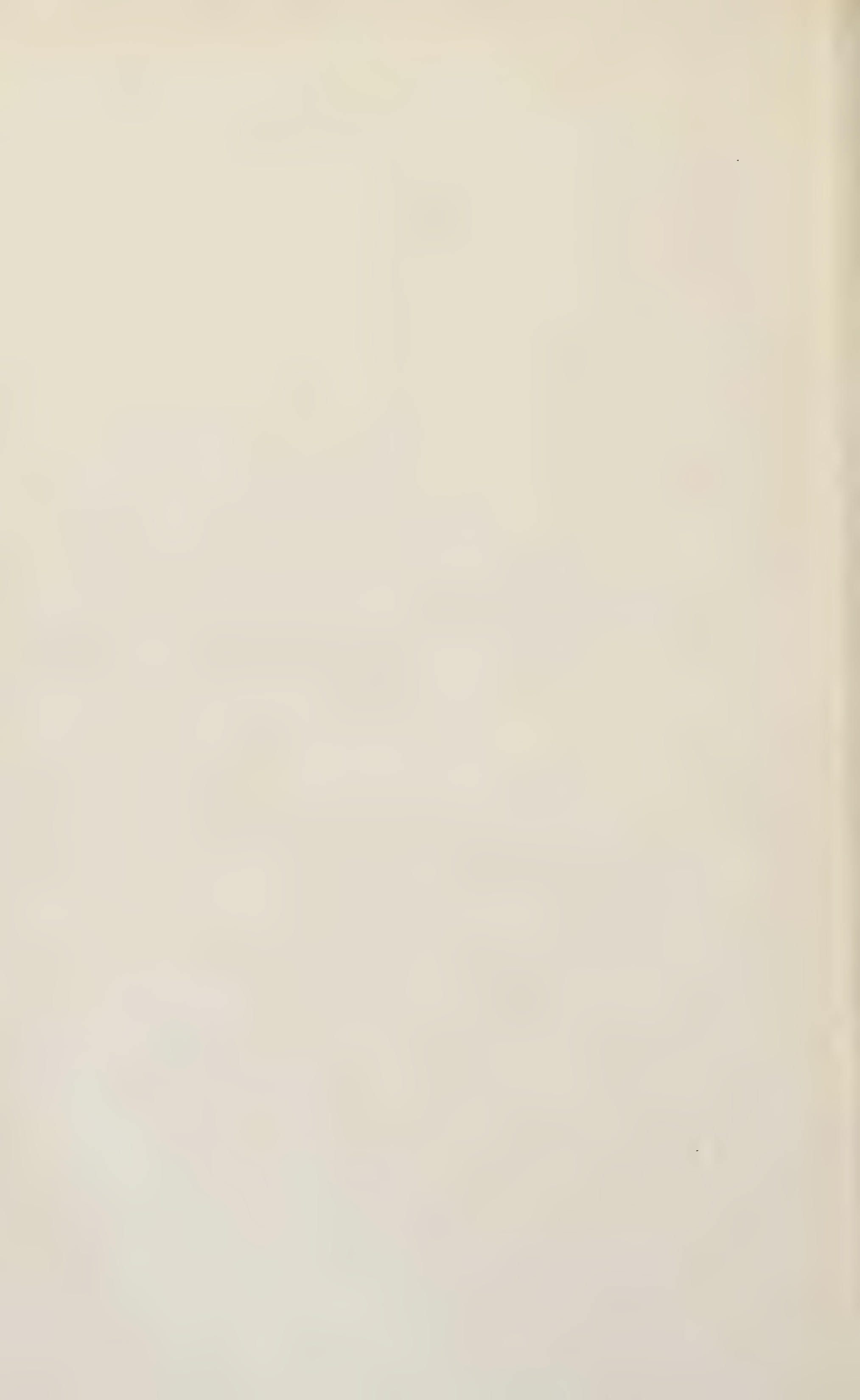
L. Fassoli Strassb.

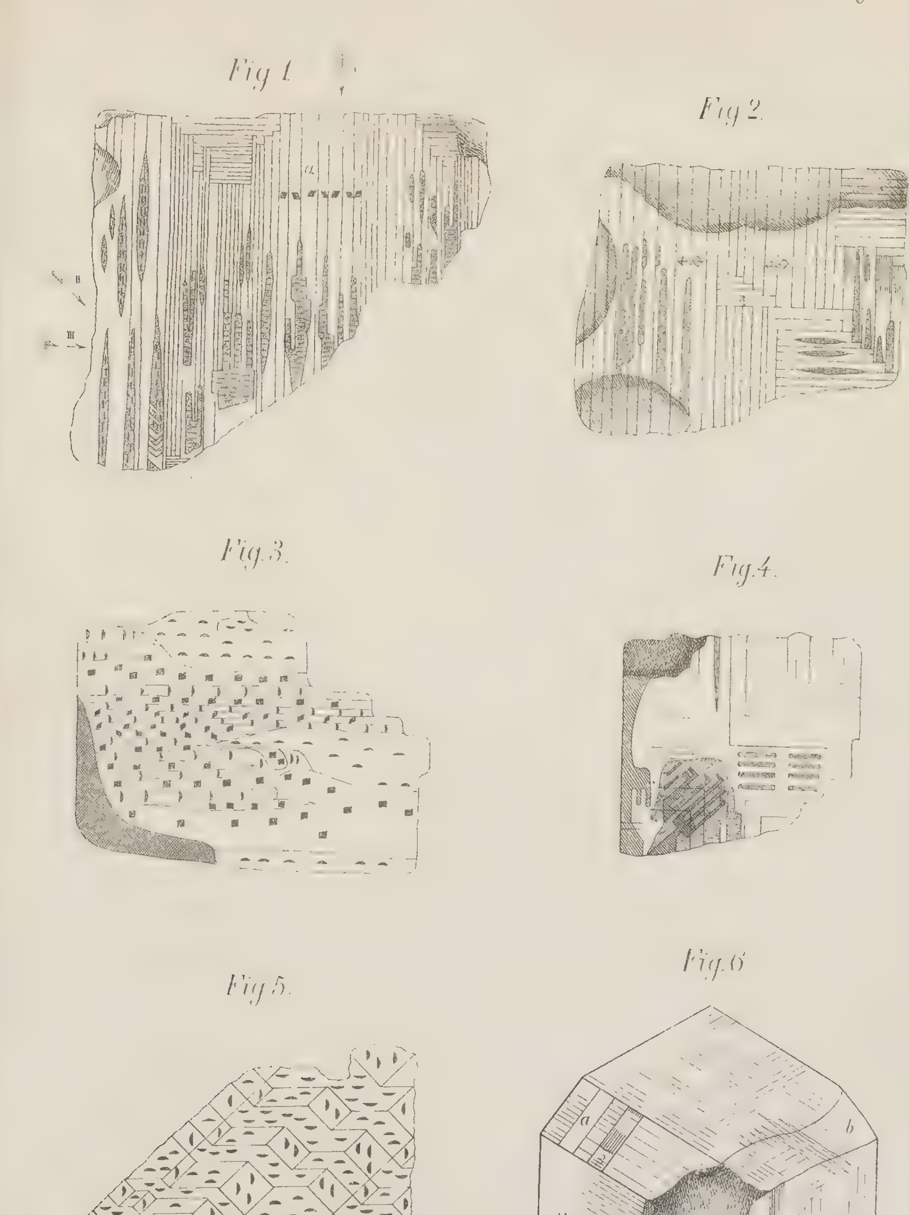




A. von Lasaulx gez.

L. Fassoli Strassbg.





H. Baumhauer gez.

L. Fassoli Strassbg.



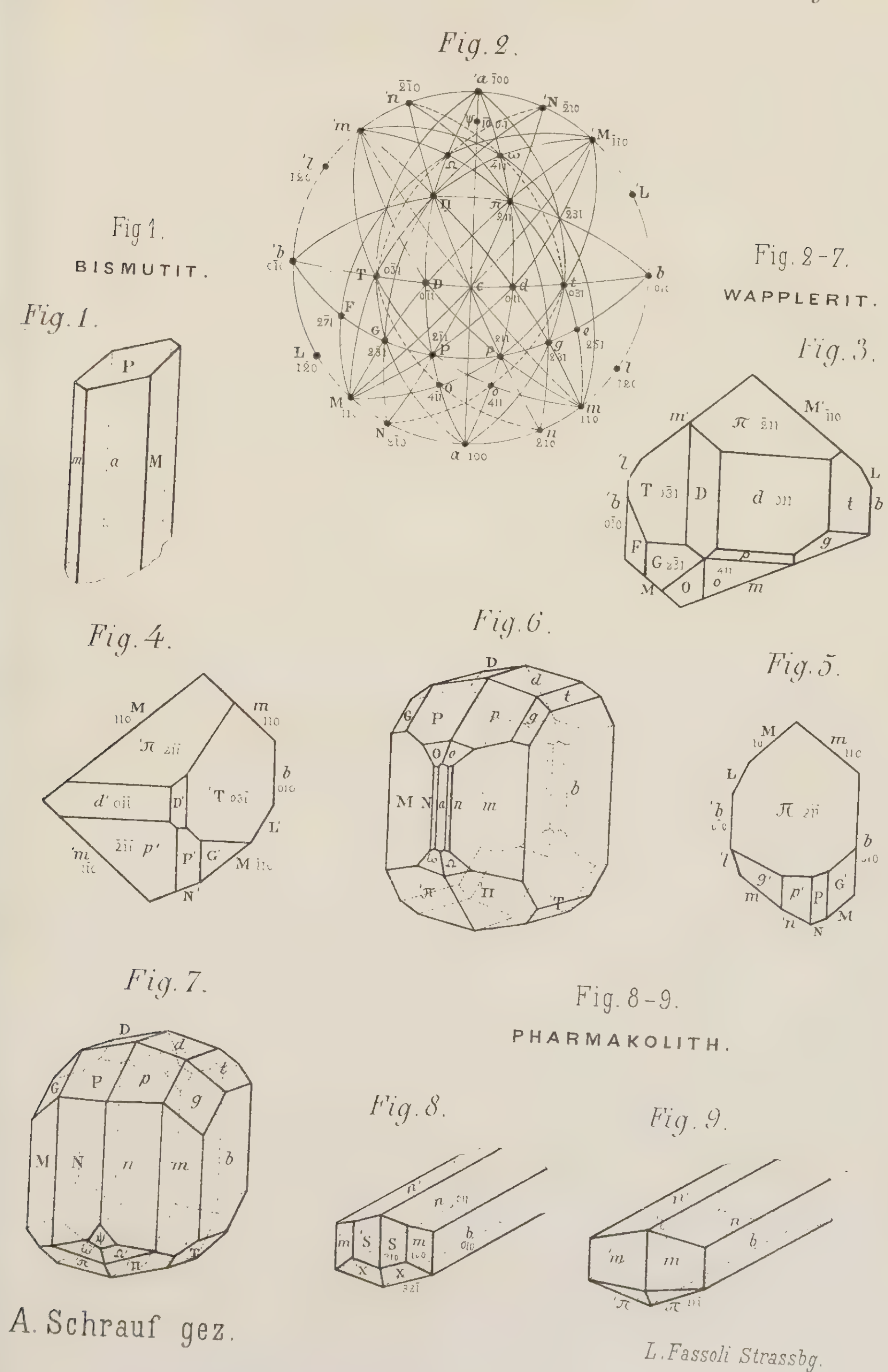

Fig. 2.
Fig 1.
BISMUTIT.
Fig. 2-7.
WAPPLERIT.
Fig. 1.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 6.
Fig. 5.
Fig. 7.
Fig. 8-9.
PHARMAKOLITH.
Fig. 8.
Fig. 9.
A. Schrauf gez.
L. Fassoli Strassbg.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

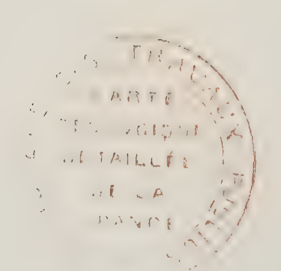
Fig. 6.

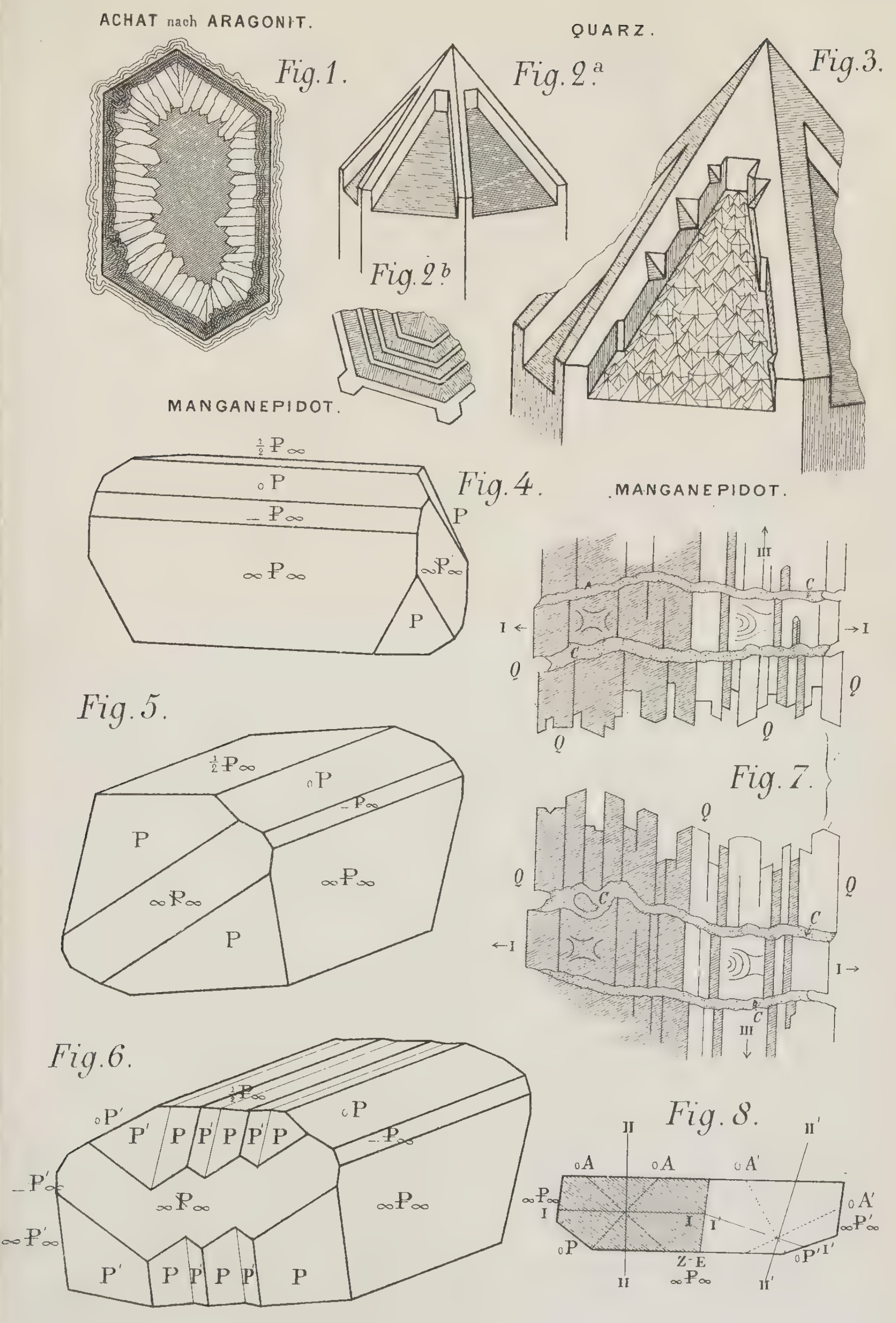
Fig. 7.

Fig. 8.

K. Vrba gez.

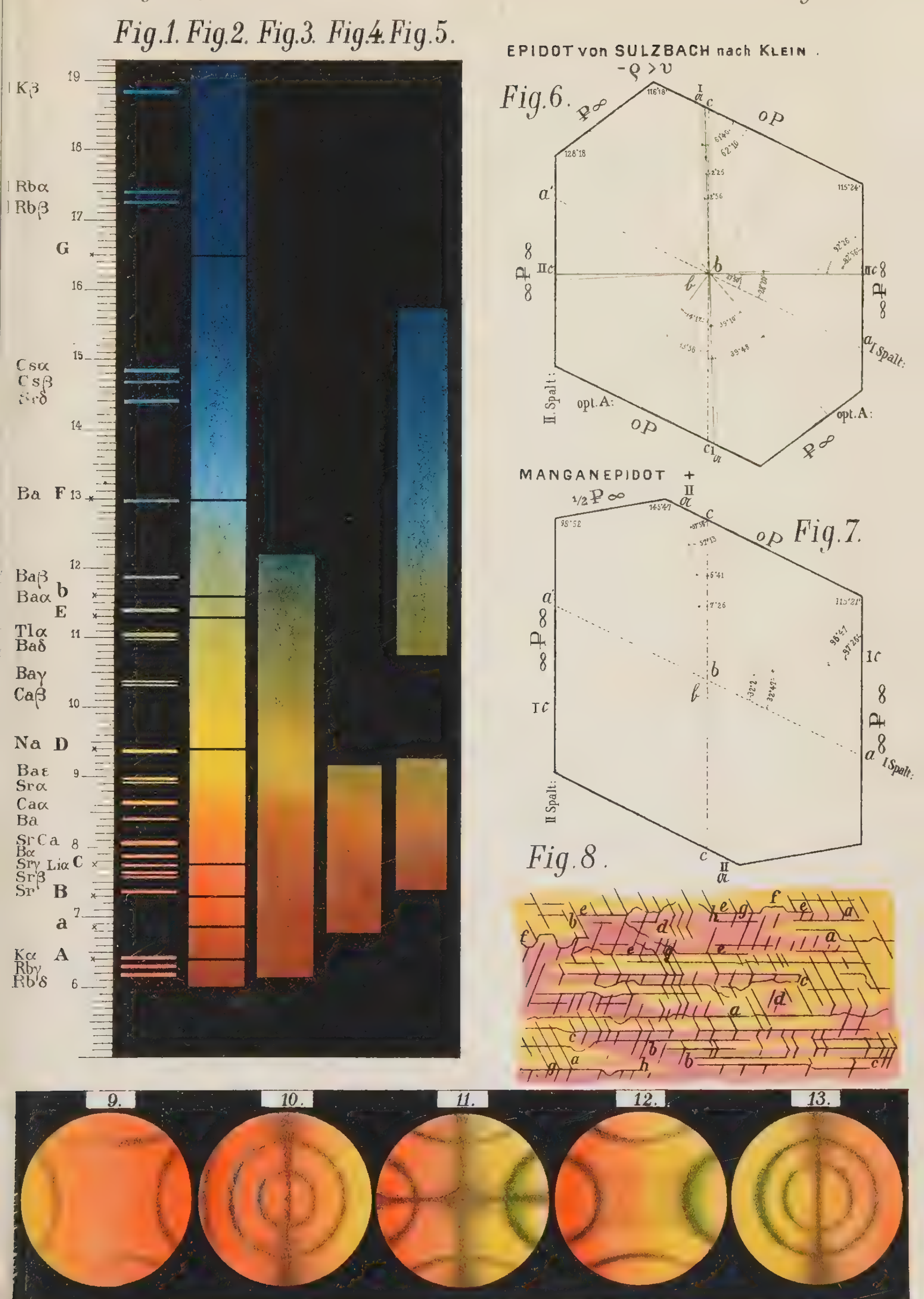
L. Fassoli Strassbg.





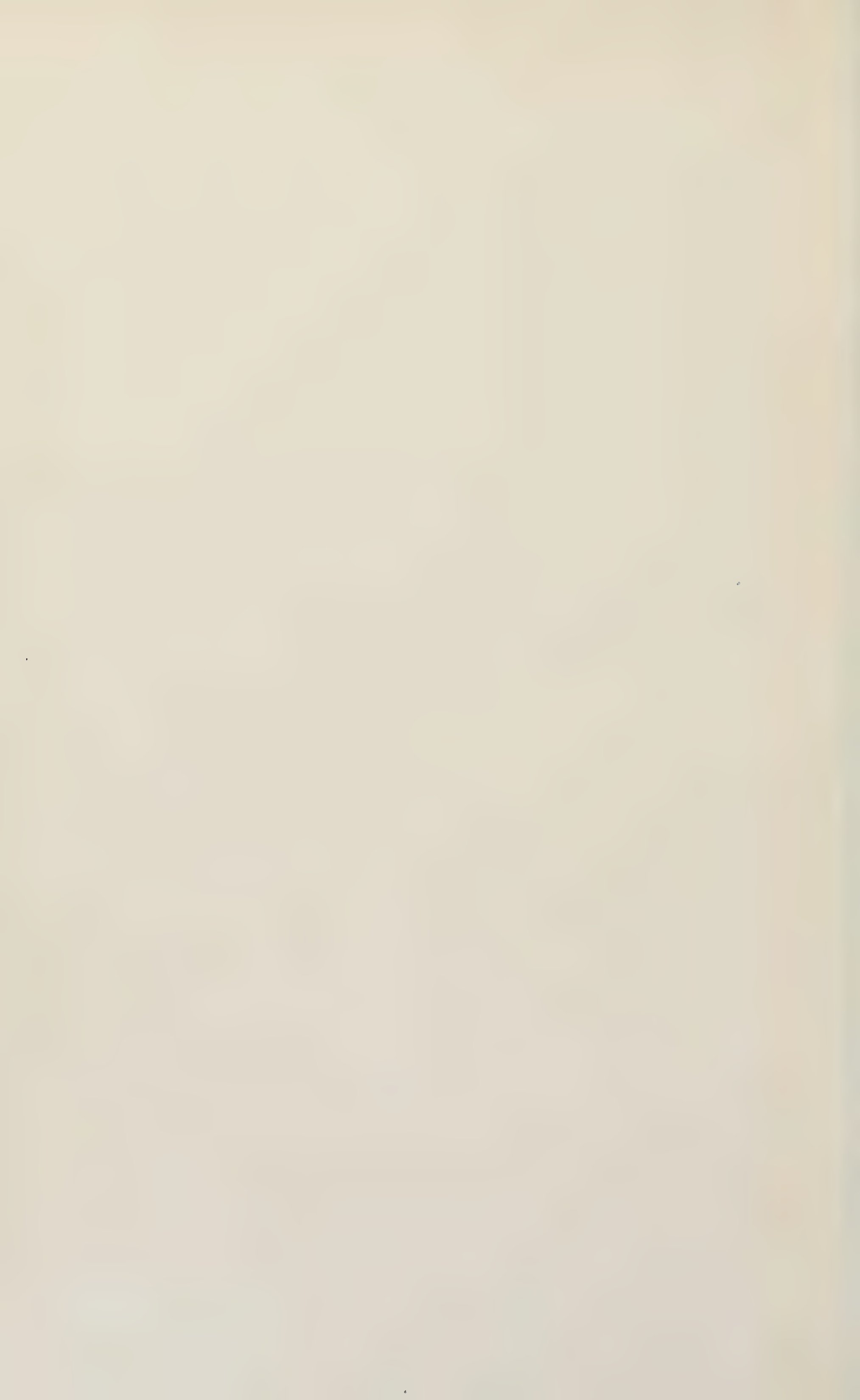
H. Laspeyres del. L. Fassoli Strassbg.

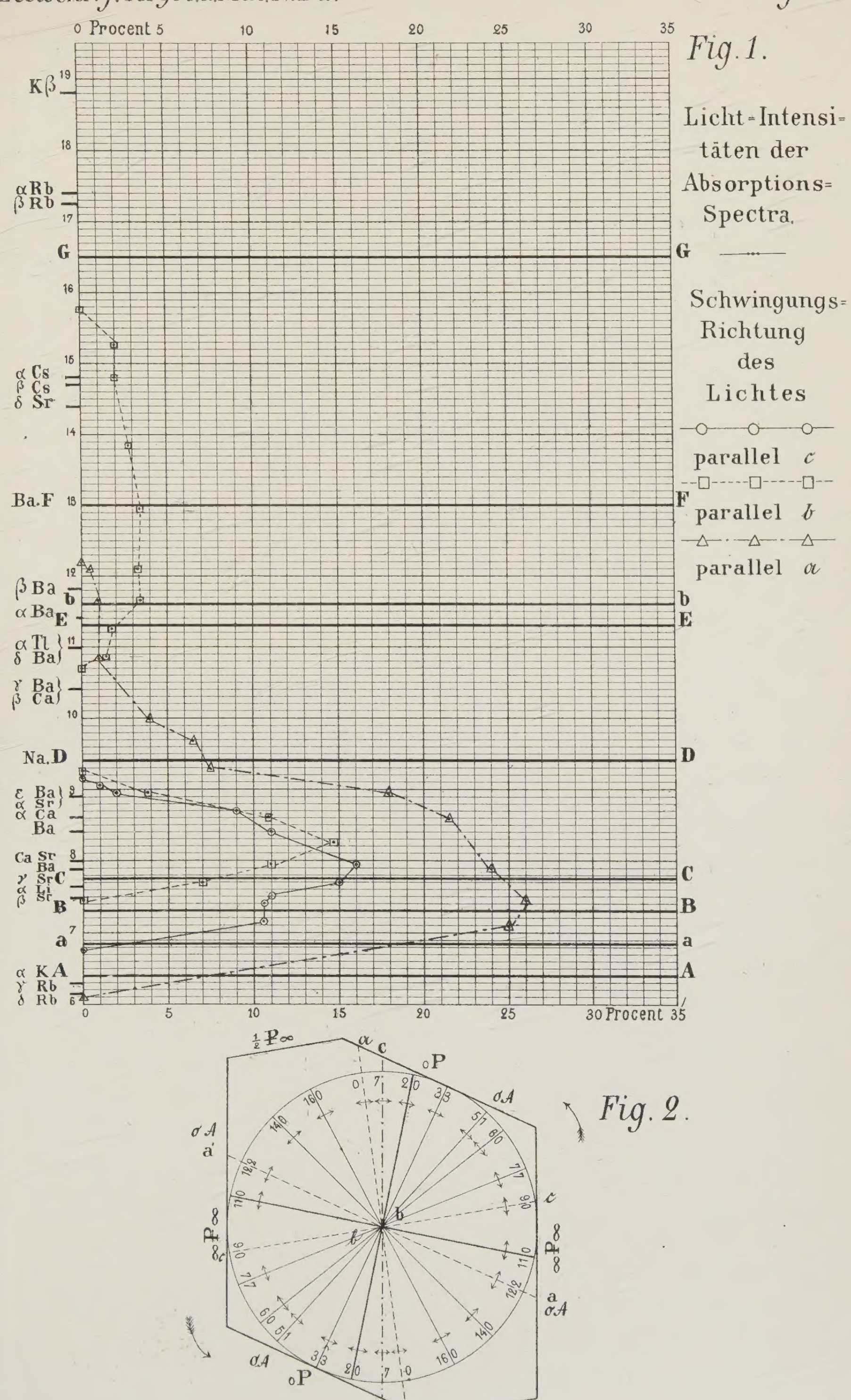




H. Laspeyres del.

L. Fassoli. Strassbg





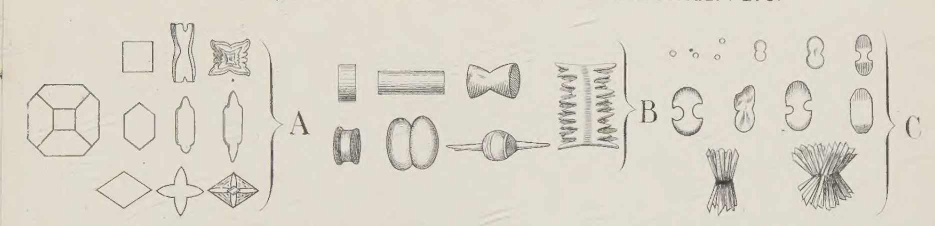
H. Laspeyres del. L. Fassoli Strassbg.



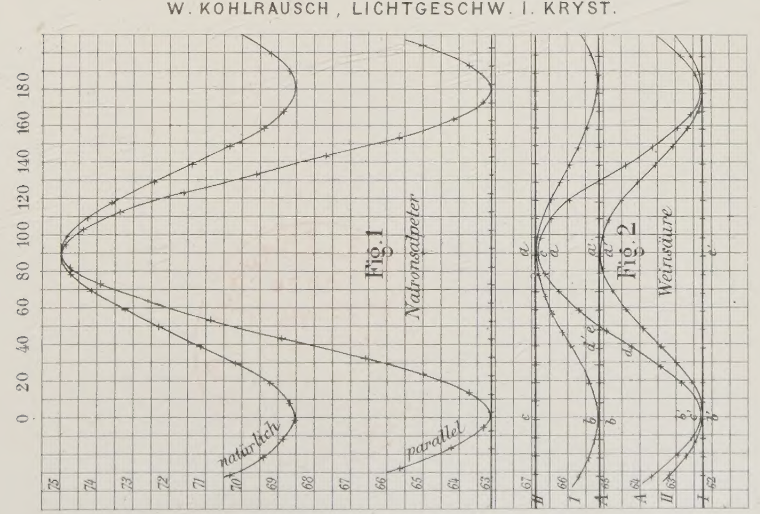
O. LEHMANN, PHYSIKAL. ISOMERIE.

α β δ ε

W. M. ORD, EINFL. V. COLLOIDSUBST. A. D. KRYSTALLF. ETC.



W. KOHLRAUSCH, LICHTGESCHW. I. KRYST.



L. Fassoli Strasbg.

